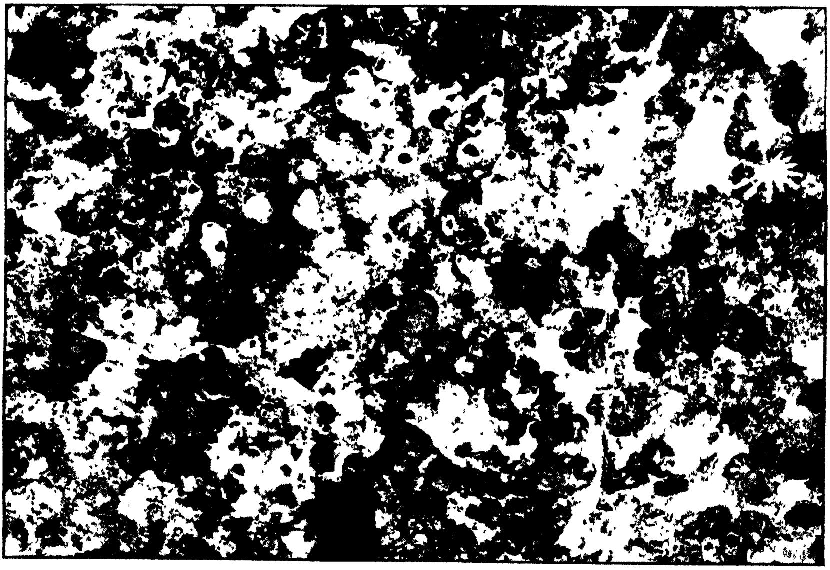
VEGETATION ALGALE DE FRANCE. — Pl. 8



Chorda Filum (L.) Lamour. fixés sur roches ensablées. Rochebonne, Août 1932.



Cylindrocarpus Berkeleyi (Grév.) Crouan fixés sur *Ralfsia verrucosa* (Aresch.) J. Ag. qui forment les taches foncées parmi les Mélobésiées et les Balanes.

Tome VII - Fasc. 1-2 Septembre 1934

REVUE ALGOLOGIQUE

Directeurs

P. ALLORGE et Rob LAMI

SOMMAIRE

NOTES

BIBLIOGRAPHIE

LES *PEDIASTRUM* D'EUROPE.

Etude biologique et systématique

par Edmond BIGEARD

Le présent travail consiste essentiellement en un ensemble d'études biologiques sur chacune des espèces du genre *Pediastrum* Meyen, que l'on trouve dans les masses d'eau de la Touraine et de l'Anjou. Tous les algologues connaissent le polymorphisme de ces algues cénobiales, et mon maître, Monsieur l'Abbé BIORET, professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de l'Université Catholique d'Angers, qui m'a indiqué ces recherches et confié ce travail, s'était lui-même intéressé aux nombreuses formes qu'elles présentent dans nos rivières et nos étangs.

Sur les 8 espèces du genre que j'ai pu reconnaître, 7 vivent dans notre région. Ce sont :

P. simplex Meyen, *P. Kawraiskyi* Schmidle, *P. duplex* Meyen, *P. biradiatum* Meyen, *P. Boryanum* (Turpin) Meneghini, *P. angulosum* (Ehrenberg) Meneghini, *P. Tetras* (Ehrenberg) Ralfs.

La huitième espèce, *P. Braunii* Wartmann (= *P. tricornutum* Borge), est une espèce arcto-alpine : je n'ai pas eu l'occasion de l'observer vivante.

Mais on sait que le genre *Pediastrum* Meyen a été pulvérisé par les auteurs anciens et modernes en un nombre considérable d'espèces, de variétés et de formes. BRUNNTHALER (50, p. 89) décrit

20 espèces et près de 60 variétés, sans compter de nombreuses formes.

Les systématiciens fondent leurs coupures sur des modifications concernant :

1° la forme de la cellule marginale: absence ou présence de pointes; longueur des pointes; grosseur, forme et direction des pointes et des bras; absence ou présence d'une échancrure entre les pointes, profondeur de l'échancrure;

2° la forme du disque: disque plein ou clathré, grandeur des lacunes;

3° l'épaisseur et les ornements de la membrane.

Le but principal de mes recherches a été de savoir si ces modifications étaient dues à l'action du milieu, de l'âge, etc., c'est-à-dire de facteurs accidentels, ou bien si elles étaient dues à l'action des facteurs internes, qui constituent ce qu'on appelle l'hérédité. Dans le premier cas, ces modifications devaient varier avec le milieu, l'âge et l'organisation des colonies; dans le second cas, elles devaient paraître fixées et invariables, c'est-à-dire indépendantes des facteurs externes.

Au début de mes recherches, j'étais plutôt porté à considérer comme des espèces, ou des variétés, les formes que je voyais pour la première fois; mais l'observation m'a vite orienté vers la solution opposée et cette solution s'est trouvée confirmée dans la suite de mes recherches; ainsi, j'ai examiné à l'état frais, aussitôt après la récolte, plus de 140 échantillons planctoniques provenant de l'étang du Jardin botanique de Tours: j'ai toujours trouvé *P. Boryanum*, forme type, avec pointes moyennes, et *P. duplex*, forme type, avec lacunes moyennes; j'ai suivi le développement de ces récoltes en cultures: j'ai toujours vu les formes types des deux espèces disparaître peu à peu et les cultures envahies par certaines des formes considérées par les auteurs comme des espèces ou des variétés: ce ne sont que des variations individuelles, dues principalement à l'action de l'âge et du mode de vie, pélagique ou benthique.

Si donc le lecteur constate, dans ce mémoire, une tendance à réduire au rang de forme stationnelle, ou de stade de développement, un bon nombre d'espèces et tant de variétés qui pullulent dans les meilleurs auteurs, je le prie de ne pas y voir un parti pris, provoqué par la tendance contraire trop répandue: elle est le résultat d'im-

pressions nées des premiers essais d'identification, d'observations et de rapprochements, multipliés pendant cinq années, le tout appuyé sur des centaines de dessins, dont je ne puis livrer que les plus démonstratifs.

J'ai été ainsi amené à me demander ce que les auteurs entendaient par les mots *espèce*, *variété*, *forme*. Ces trois termes sont employés dans les ouvrages de systématique et dans les flores; ils sont représentés par un mot latin, suivi du nom de l'auteur qui l'employa le premier. Pour tout le monde, l'espèce est un groupement naturel, plus vaste que la variété, et la variété, un groupement plus compréhensif que la forme. Mais c'est sur les limites de ces groupements que les auteurs diffèrent: ce que l'un considère comme une forme, un autre en fera une variété, voire une espèce. A cela rien d'étonnant: il est absolument vain de tenter d'établir des règles, appuyées sur des caractères morphologiques ou physiologiques, permettant de délimiter les espèces, variétés, formes et d'y faire rentrer tous les individus.

Mais, quelles que soient les conceptions des auteurs sur les limites des groupements, il existe une notion commune à tous: c'est que les caractères utilisés pour définir l'espèce et la variété sont héréditaires et non accidentels, qu'on les rencontre sur un seul individu ou sur plusieurs. L'octroi d'un nom latin semble bien accompagner, dans l'esprit des auteurs, l'idée de particularités héréditaires: personne n'appellera *Quercus Robur*, var. *decapitata*, un chêne décapité par la foudre, ni *Ulmus campestris* var. *inclinata*, les ormes du boulevard inclinés vers l'avenue, bien que tous ces individus présentent le même caractère.

La notion de forme est plus vague: dans l'esprit de plusieurs, il s'agit de modifications qui peuvent être individuelles et correspondre à des stades d'évolution ou à des conditions de milieu; mais quand la forme est accompagnée, dans une flore, d'un nom latin, on peut croire que l'auteur donne à cette entité une signification analogue à celle de l'espèce ou de la variété, quoique moins compréhensive. Pour éviter toute confusion, le terme *forma* devrait disparaître des flores et être remplacé par un autre, la sous-variété, par exemple; on réserverait alors le nom de forme aux modifications sans valeur héréditaire: forme juvénile, forme sénile, forme stationnelle, etc. C'est dans ce sens que l'expression sera toujours employée dans ce mémoire. La forme ainsi entendue ne mérite pas de nom

latin; et s'il est démontré que telle prétendue espèce ou variété n'est qu'une forme, correspondant à une modification individuelle, due à l'âge ou au milieu, son nom doit disparaître de la nomenclature, du moins comme espèce ou comme variété.

Il en résulte que, pour nous, les notions d'espèce et de variété, représentées par un nom latin, comportent des facteurs internes héréditaires, qui consistent dans une tendance à produire sur les cénobes des caractères morphologiques déterminés. Ces caractères peuvent varier suivant les circonstances de milieu, d'âge; c'est la tendance de la plante à les produire qui est proprement spécifique et héréditaire, abstraction faite de la réaction du milieu.

Mon maître, M. Bioret, avait déjà parfaitement exprimé cette idée, dans son travail sur les *Graphidées corticoles;* en discutant (p. 48) la notion d'hypophléodisme, il distingue les tendances spécifiques et les variations dues aux circonstances. « Les premières seules, dit-il, doivent entrer en ligne de compte (pour définir la notion d'hypophléodisme). Dès lors cette notion devient nette et a une signification biologique: c'est la *tendance* du thalle à se développer dans l'écorce, abstraction faite des *difficultés* que peut lui opposer le milieu ».

Ceci posé, il s'ensuit qu'un caractère morphologique du squelette d'un *Pediastrum* est le résultat de l'action interne des facteurs spécifiques héréditaires et de la réaction externe du milieu, de l'âge ou de l'organisation de la colonie. L'observation bien conduite déterminera d'abord l'amplitude de la variation du caractère morphologique considéré, puis les facteurs externes, causes de cette variation, et enfin elle mettra à jour, par-delà la variation, ce qui reste fixe et qui fait partie du patrimoine héréditaire de la plante considérée. C'est de cela seulement qu'il faut tenir compte dans l'établissement des coupures systématiques; on ne doit pas faire entrer en ligne de compte les variations dues aux circonstances externes. La cellules marginale du *P. Boryanum* a tendance à porter 2 pointes, mais nous verrons que le milieu, l'âge et l'organisation de la colonie règlent en fin de compte leur longueur, leur grosseur, leur direction, et même jusqu'à leur présence. Il en est de même chez les autres espèces.

Ces recherches sur les *Pediastrum* font partie d'un ensemble d'études sur le phytoplancton de l'Anjou effectuées au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de l'Université Catholique

d'Angers, sous la direction de M. le Professeur BIORET; j'ai le vif plaisir de lui dédier ces pages et de lui exprimer ici mes remerciemnts pour sa bienveillante attention et les précieux conseils qu'il m'a prodigués durant ces cinq années de recherches, et aussi ma profonde reconnaissance pour les satisfactions véritables qu'il m'a fait éprouver en m'initiant, d'une main si sûre, à la recherche scientifique.

HISTORIQUE

MEYEN (155), en 1829, crée le genre *Pediastrum*, avec 3 espèces: *P. simplex*, *P. duplex*, *P. biradiatum*. Après lui, la plupart des auteurs n'ont pas cessé d'augmenter le nombre des espèces et des variétés.

EHRENBERG (1), en 1838, distingue *P. Tetras*, sous le nom de *Micrasterias Tetras*, et peut-être *P. angulosum* sous celui de *Micrasterias angulosa*. Les 3 espèces de MEYEN sont devenues 7.

MENEGHINI (154, p. 209), en 1840, établit le genre *Pediastrum* tel à peu près qu'on peut le comprendre aujourd'hui. Il sépare *P. Boryanum* du *P. duplex*. Il s'en tient ainsi à 6 espèces: *P. Boryanum* (Turp.), *P. heptactis* n. sp., *P. biradiatum*, *P. angulosum*, *P. duplex*, *P. simplex*. Il ne manque que *P. Braunii* Wartmann et *P. Kawraiskyi* Schmidle, qui seront découverts plus tard. La systématique du genre est donc fixée, dans ses grandes lignes, depuis MENEGHINI. C'est après lui que commence la pulvérisation du genre.

(1) EHRENBERG. — Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Berlin, 1838. — D'après NITARDY (162), chez qui on trouvera une étude historique très complète sur la systématique du genre *Pediastrum*.

KUETZING (124, p. 142), compte déjà 8 espèces : il détache un *P. cruciatum* du *Boryanum* pour les cénobes 4-cellulaires.

HASSALL (106, p. 387), en 1845, admet 17 espèces.

RALFS (188, p. 180), en 1848, en admet 12.

NAEGELI (160, p. 92), la même année, introduit son *P. integrum*.

BRAUN (45, p. 64), en 1855, décrit 18 espèces, en donnant la synonymie de chacune.

WARTMANN, en 1862, dans ses « *Schweizerische Kryptogamen* », distribue, sous le n° 32, une excellente espèce, qu'il décrit sous le nom de *P. Braunii*. Cette espèce a été méconnue jusqu'à ces dernières années par la plupart des algologues. BORGE (25, p. 4, fig. 3), en 1892, découvre à son tour l'organisme, qu'il appelle *P. tricornutum* et qui passe avec ce dernier nom dans la nomenclature. C'est seulement en 1911 que BORGE (35, p. 25), après l'examen d'un échantillon authentique du *Pediastrum* de WARTMANN, a reconnu que son *P. tricornutum* était identique à *P. Braunii*, dont le nom seul devait rester; ce qui n'a pas empêché la presque totalité des auteurs de conserver le nom donné par BORGE.

REINSCH (190, p. 90), en 1867, crée son *P. Sturmii*, qui a mieux réussi à se faire accepter, sans cependant trouver chez les algologues un accord parfait.

On retrouve les 18 espèces de BRAUN dans le « *Sylloge Algarum* » de DE TONI, en 1889.

RACIBORSKI (187), en 1890, marque un temps d'arrêt. Il n'admet plus que 9 espèces. Mais il accolle à chacune d'elles, sauf au *Tetras*, un grand nombre de variétés et de formes, jusqu'à 10 pour *P. duplex*.

SCHMIDLE (198, p. 5), en 1897, découvre son *P. Kawraiskyi* dans des récoltes du Caucase.

Depuis lors, aucune espèce nouvelle n'est signalée en Europe. Mais LEMMERMANN (133, p. 79), en 1897, détache un *P. clathratum* du *P. simplex*; WEST (256, p. 79), en 1911, crée un *P. Pearsoni* sur des formes affines au *P. integrum*, provenant de l'Afrique du Sud; WOLOSZYNSKA (282, p. 194) décrit et figure plusieurs espèces nouvelles, récoltées en Afrique centrale; WILLE (279, p. 433), en 1924, crée un genre nouveau, *Sorопediastrum*, pour des échantillons à allure de *Pediastrum* cœlastroïdes, récoltés aux îles Kerguelen.

Quant aux variétés et aux formes nouvelles, elles n'ont cessé de se multiplier, même depuis la publication du « *Süsswasserflora* », en 1915, où BRUNNTHALER (50) donne pourtant l'hospitalité à 20 espèces et près de 60 variétés.

Depuis une trentaine d'années, cependant, une tendance à la suppression, sinon d'espèces, du moins de variétés, se fait nettement sentir. CHODAT (55, p. 226) dit, au sujet du *P. simplex:* « La membrane se couvre avec l'âge ou d'autres circonstances de granulations...: ce caractère n'est d'aucune importance systématique ». Au sujet du *P. duplex*, il ajoute (p. 228): « Toutes les formes décrites sont présentes en grande abondance dans le lac de Muzzano, où l'on trouve tous les passages d'une forme à l'autre. Elles ne méritent nullement d'être élevées au rang de variétés ou d'espèces ». Le même auteur réunit (p. 229) le *P. integrum* au *P. Boryanum*.

En 1911, BACHMANN (2, p. 192) écrivait, en parlant du genre *Pediastrum:* « Le nombre des espèces et surtout des variétés est considérable; on peut assurer que les mémoires concernant la limite des espèces sont loin d'être arrivés à leur terme; un travail fouillé sur ce genre serait fort à sa place ». NITARDY, en 1914, (162, p. 111), cherche lui aussi à simplifier la systématique; il met en doute le *P. integrum*. De même plus tard, VAN OYE (170, p. 5) écrit: « La grandeur des lacunes centrales et les granulations n'ont aucune valeur systématique »; et plus loin (p. 7): « Pour celui qui a eu l'occasion de rencontrer dans la nature presque toutes les variétés de *Pediastrum* réunies dans un grand nombre, il n'y a aucun doute que les caractères distinctifs admis par BRUNNTHALER, LEMMERMANN et autres, n'ont aucune valeur systématique ».

Depuis quelques années, la tendance à la simplification s'accentue chez un bon nombre d'algologues. Ainsi BORGE (39, p. 9 ramène *P. Sturmii* et *P. ovatum* à *P. simplex* ; il réduit à l'état de formes les variétés *clathratum*, *cohoerens*, *brachylobum*, etc., du *P. duplex*. De même HUBER-PESTALOZZI (110, p. 418), au sujet des variétés du *P. simplex* qu'il a rencontrées, dit qu'elles ne lui paraissent pas avoir de valeur systématique; il réunit finalement (111, p. 369) *P. simplex* et *P. clathratum*. Beaucoup d'algologues, aujourd'hui, semblent se méfier de la méthode des coupures à l'extrême et se montrent partisans des études biologiques.

METHODE

De bons auteurs modernes pensent que la méthode des cultures pures, méthode expérimentale où l'on procède comme en bactériologie, est seule capable de fournir des données à la systématique. J'ai conservé vivantes au laboratoire de nombreuses récoltes de *Pediastrum*, mais je n'ai pas fait de cultures pures: d'abord, je l'avoue, parce que j'ai été assez vite rebuté par les difficultés que j'ai rencontrées dans mes premiers essais; mais aussi parce que les quelques cultures en milieux complètement artificiels, que j'ai réalisées et dont je parlerai, ne m'ont pas donné des résultats encourageants: mes *Pediastrum*, comme les autres Protococcacées, se déformaient, devenaient méconnaissables; je n'y retrouvais plus ces caractères morphologiques naturels, que je voulais précisément étudier et expliquer.

J'ai d'abord fait des examens de récoltes fraîches de planton, de vases, de dépôts recueillis sur les bords de l'eau, sur les pierres, sur les feuilles flottantes ou immergées, examen permettant des observations sur les *Pediastrum* de tous âges, sur le vif, principalement dans les stations où on les trouve en abondance. En effet, les observations deviennent faciles quand on se trouve en présence d'un peuplement abondant, correspondant à des multiplications rapides: les vieilles colonies mères voisinent avec les jeunes colonies filles; on a l'impression très nette que toute la population est formée d'une seule espèce, avec des variations individuelles plus ou moins accentuées.

J'ajouterai que ce n'est que dans ces conditions, semble-t-il, que l'on peut déterminer les bonnes espèces et les séparer les unes des autres. Sans doute cette séparation comportera toujours un élément subjectif, partant arbitraire; mais quand on observe en même temps un grand nombre d'individus d'une même espèce, on est conduit tout naturellement à faire abstraction des caractères que l'on voit varier d'un individu à l'autre, pour s'attacher à ce qui reste fixe sous cette variation superficielle. Quand, au contraire, on est réduit à l'examen

d'individus isolés, surtout d'un seul individu, comment distinguer ce qui appartient à l'individu de ce qui relève de l'espèce ? Je m'en suis donc tenu aux règles suivantes :

1° Dans le cas d'une végétation abondante d'une espèce donnée de *Pediastrum*, quand je trouve une forme douteuse, si j'observe en même temps une série de formes intermédiaires qui la relient à la forme normale, je ne la considère ni comme une nouvelle espèce ni comme une nouvelle variété.

2° Quand je trouve une forme aberrante isolée, je la considère comme simple forme individuelle, tant que je ne l'ai trouvée en population compacte et homogène, et que je n'ai pas pu suivre son développement. Dans un groupe si polymorphe, un échantillon isolé ne peut suffire pour créer une nouvelle espèce ou variété: il faut une population assez dense pour délimiter le type systématique et se rendre compte de l'amplitude et de la diversité des modifications entre les formes extrêmes. Certains auteurs ont créé des espèces et des variétés sur des colonies uniques, ou peu nombreuses, ou provenant de stations d'allure spéciale, qui, de toute évidence, constituent des anomalies, telles qu'on en trouve dans les cultures et les dépôts. Il en est ainsi pour les variétés *campanulatum, depauperata,* de WILLE (279, p. 432) pour les espèces *procox* et *polydens* de MOROSOWA-WODIANITZKAJA (157, 158). On a même mis des noms d'espèces ou de variétés sur des colonies juvéniles encore incluses dans leur matrice ou venant d'en sortir : Ex.: *P. compactum* Bennett (13).

3° Si une forme aberrante reproduit dans ses stades de jeunesse la forme normale d'une espèce connue, on doit l'y rattacher; il ne reste plus qu'à rechercher quelles actions d'âge ou de milieu provoquent sur l'espèce connue l'apparition de la forme aberrante considérée.

4° Quand on compare deux types différents, il faut les observer dans le même milieu, afin d'éliminer les influences des conditions extérieures. De bonne heure, j'ai remarqué que dans mes pêches planctoniques, qui provenaient d'étangs peu différents, les *Pediastrum* variaient relativement peu. Si les auteurs n'avaient eu sous les yeux que des colonies de cette origine, le nombre des espèces et des variétés eût certes été beaucoup moins grand. Je constatai aussi que, dans le milieu planctonique, deux espèces mêmes voisines, comme *P. Boryanum* et *P. angulosum,* se distinguaient aisément.

C'est de là que me vint l'idée, sur laquelle je reviendrai dans la partie écologique, de considérer la vie planctonique comme l'état normal des *Pediastrum*, comme le mode de vie qui accuse au maximum les caractères de l'espèce; la vie benthique produit des modifications profondes et diverses. Si l'on compare une colonie benthique avec une colonie planctonique de la même espèce, on sera tenté d'y voir deux espèces distinctes; au contraire, la forme planctonique des cénobes adultes, toujours semblables, doit être prise comme type de l'espèce.

Je ne prétends pas que deux cénobes de même âge et de la même récolte ne présentent jamais de différence. Outre les fluctuations individuelles qui se rencontrent partout dans le règne végétal, on doit tenir compte du fait que les *Pediastrum*, essentiellement planctoniques, s'accommodent également de la vie benthique et s'y multiplient. Or, à cet état, les caractères d'adaptation au flottement sont naturellement moins accusés; deux colonies du même âge, dans la même récolte, présenteront des différences d'autant plus grandes que l'une, par exemple, aura passé toute son existence à l'état planctonique et que l'autre en aura passé une partie à l'état benthique.

Ces règles ne doivent pas cependant être appliquées d'une manière trop absolue; même lorsqu'on a recherché les *Pediastrum* pendant des années dans des milieux différents, on n'est pas certain de s'être trouvé en présence de toutes les bonnes espèces, même régionales. Quand je vis, en septembre 1928, la première colonie de *P. biradiatum*, isolée au milieu d'une grande quantité de *P. duplex*, dans une récolte provenant du petit étang du Jardin botanique de Tours, je me demandai s'il ne s'agissait pas d'un type extrême de *P. duplex;* mais la découverte de la station de Serrant ne permet plus de doute: à côté de *P. duplex*, *P. biradiatum* reste distinct, même dans sa plus tendre jeunesse.

De même, pendant longtemps on aurait pu douter du *P. angulosum*, comme l'a fait NITARDY (162). Il ne m'est plus permis de le réunir à *P. Boryanum*, en le comparant à ces formes coelastroïdes, si fréquentes dans les flacons de cultures immobiles: depuis que cette espèce m'est apparue en quantité dans les eaux de Serrant, au milieu des autres *Pediastrum*, sa légitimité ne peut plus faire de doute.

Ce n'est donc qu'avec beaucoup de patience et de prudence, après de nombreuses observations, qu'on peut arriver à séparer les bonnes espèces des espèces douteuses ou mauvaises.

Parmi les stations visitées, j'en signalerai d'abord deux, parce qu'elles m'ont fourni des matériaux d'une telle richesse en *Pediastrum* que j'ai pu faire, grâce à elles, une bonne part des observations qui font le sujet de mon travail ; le petit étang du Jardin botanique de Tours dans lequel j'ai fait des récoltes de planeton et de dépôts pendant 4 ans, tous les 8 ou 15 jours; j'y ai étudié *P. Boryanum, P. duplex, P. Tetras* et *P. simplex* ; l'étang de Serrant, à Saint-Georges-sur-Loire, Maine-et-Loire, dont les récoltes, d'une richesse inouie en *Pediastrum,* m'étaient communiquées par M. BIORET, qui les faisait en compagnie de M. GERMAIN, élève du Laboratoire de Botanique; j'ai pu y examiner les sept espèces de *Pediastrum,* qui vivent dans nos régions: *P. Boryanum, P. duplex, P. simplex, P. angulosum, P. biradiatum, P. Tetras* et *P. Kawraiskyi.*

En plus de ces deux stations, j'ai fait des récoltes dans la Loire, le Cher et le Canal de Saint Pierre des-Corps. Le Cher m'a fourni des pêches assez riches en *P. Boryanum, P. duplex* et même *P. simplex.* M. BIORET m'a aussi communiqué des récoltes provenant de l'Etang Saint-Nicolas, à Angers, dont il a précédemment étudié la flore planctonique (21), ainsi que du lac de Grand-Lieu et de la Brière (Loire-Inférieure). Enfin les grands étangs d'Indre-et-Loire, l'étang du Louroux au sud de Tours, les étangs d'Ambillou, l'étang de la Roche, l'Etang Neuf, l'étang du Bouchard, disséminés dans la Gâtine du nord de Tours, formations auxquelles je n'ai pu faire qu'une visite, possèdent une flore de Chlorophycées planctoniques qui mériteraient une étude suivie; elle révélerait nombre de faits nouveaux, même en ce qui concerne les *Pediastrum.*

Les masses d'eau dont je viens de parler possèdent toutes un *pH* voisin de 7 (7 à 7,5). J'ai examiné aussi des récoltes provenant de stations à *pH* nettement basique: elles m'ont été communiquées par M. MARTIN et provenaient des étangs de Chaumont, au nord d'Angers, et de l'étang du Bellai au nord de Saumur.

Enfin j'ai fait des récoltes dans les fosses, les trous d'eau, sur les rochers humides, aux environs de Tours.

En outre, je suivais le développement de mes récoltes dans des cultures spontanées, obtenues en abandonnant une fraction de la récolte, avec 50 ou 60 cc. d'eau de la station originelle dans un matras de 125 cc., fermé d'un tampon de coton, ou dans des bocaux de 125 ou 250 cc., recouverts d'un morceau de carton. Quand les

Pediastrum se multipliaient, je procédais à des repiquages dans de l'eau provenant de la station où j'avais fait la récolte primitive.

J'ai ainsi obtenu une centaine de cultures, dont les plus riches ont été conservées et suivies pendant un an; j'en ai même conservé deux pendant deux ans. J'en faisais l'examen presque quotidien et, de temps en temps, je prélevais un fragment, que je plaçais dans un tube avec du formol étendu.

J'ai aussi étudié l'action de diverses substances chimiques, en introduisant dans certaines cultures, des doses connues de ces substances: perchlorure de fer, nitrate de potassium, nitrate de calcium, carbonate de calcium, chlorures de potassium, d'ammonium, de magnésium, phosphate monopotassique, glycérine.

Enfin j'ai tenté de réaliser des cultures agitées, afin de pouvoir comparer la morphologie des colonies flottantes avec celle des colonies benthiques.

PLAN

J'ai divisé mon travail en quatre parties :

Dans la première, on trouvera les résultats morphologiques des actions des facteurs externes, milieu, âge, etc., sur les différentes espèces du genre *Pediastrum*, touchant les lacunes et méats des colonies, les pointes et les échancrures des cellules marginales, les ornements des membranes cellulaires, etc.

La deuxième sera consacrée à la systématique du genre : en m'appuyant sur les faits exposés dans la première partie, j'indiquerai les espèces maintenues, les espèces et variétés à supprimer.

Dans la troisième partie seront réunies quelques observations nouvelles touchant la multiplication des *Pediastrum*.

Enfin la quatrième contiendra la distribution géographique et quelques faits touchant l'écologie des *Pediastrum*.

PREMIÈRE PARTIE

ETUDE BIOLOGIQUE

Variations morphologiques dues à l'influence de divers facteurs

CHAPITRE PREMIER

LACUNES ET MEATS ; FORME DE LA CELLULE MARGINALE

Remarque préliminaire. — La grandeur des lacunes est due à un étirement des lobes des cellules du disque; quand le disque est plein, les cellules sont polygonales; quand les méats sont petits, les cellules sont rectangulaires, avec bords rectilignes ou légèrement concaves; quand le disque est largement clathré, les cellules ont 3 ou 4 bras plus ou moins longs. Dans ce dernier cas, l'étirement se produit aussi sur les cellules marginales, obligées de s'élargir pour faire le tour du disque agrandi par les lacunes; chez *P. duplex,* les deux bras inférieurs s'allongent; chez *P. simplex,* la base de la cellule s'élargit, mais perd en hauteur ce qu'elle gagne en largeur. La forme de la cellule marginale est donc liée à la grandeur des lacunes: c'est pourquoi ces deux caractères seront discutés en même temps.

A) INFLUENCE DE L'AGE

Il est avant tout nécessaire de dire ce que l'on entend par l'âge d'une colonie, et les moyens d'observer son influence.

a) Quand on trouve une petite colonie en contact avec une grosse, qui possède des cellules vides avec fentes, il me semble qu'il est permis de ne pas attribuer cette rencontre au hasard et de considérer le petit cénobe comme issu du gros; on a donc là une jeune colonie et une colonie mère, adulte ou vieille.

b) Il arrive souvent qu'on trouve, sur une vieille colonie des cellules mortes à un stade plus ou moins jeune, ayant conservé la forme qu'elles avaient à ce stade: on saisit là nettement le changement de forme consécutif à la croissance.

c) L'épaisseur de la membrane donne aussi d'utiles indications, ainsi que sa couleur et ses ornements. Les jeunes cénobes ont une membrane mince, lisse, transparente: aussi paraissent ils toujours d'une couleur vert clair, alors que les vieilles colonies sont d'un vert plus ou moins foncé; dans les jeunes, le pyrenoïde est toujours large et bien visible.

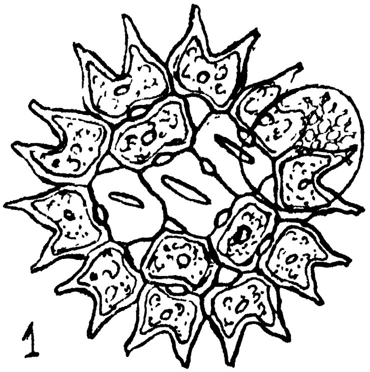
d) Enfin, le principal caractère distinctif de l'âge, c'est la taille évidemment. Dans un groupe de cénobes, toutes choses égales d'ailleurs, les plus petits sont les plus jeunes: mais cela ne veut pas dire du tout que, quand on prend au hasard deux colonies dans une préparation, la plus petite est toujours la plus jeune; il faut voir laquelle des deux réunit le plus grand nombre des caractères que l'on trouve sur les toutes petites colonies, caractères qui sont des caractères de jeunesse parce qu'on les trouve toujours sur les colonies de petite taille; il peut en effet arriver qu'une colonie encore jeune ait déjà dépassé par la taille une colonie plus vieille, mais celle-là portera encore des marques de jeunesse que celle-ci aura perdues.

En résumé, l'âge relatif d'une colonie se reconnaît à un ensemble de caractères, parmi lesquels le caractère dominant est la taille des cellules.

P. duplex est une des espèces du genre les plus répandues dans notre région et l'une des plus polymorphes; c'est chez elle que j'ai d'abord constaté l'influence de l'âge et du milieu sur la grandeur

des lacunes du disque: c'est l'un des caractères les plus utilisés par les systématiciens. Les variétés *clathratum* Br., *reticulatum* Lag. désignent des formes à grandes lacunes; les variétés *genuinum* Br., *gracillimun* West s'appliquent aux formes types à lacunes moyennes; la variété *microporum* Br. désigne les formes à petits méats.

La figure 1 représente une colonie mère et une colonie fille, cette dernière encore entourée de sa vésicule. La colonie mère a les


1

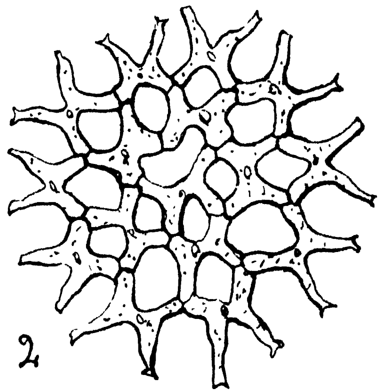

2

FIG. 1. — *P. duplex*, × 750 Vieux cénobe en voie de multiplication. — Cher
FIG. 2 — *P. duplex*, × 1000 Très jeune cénobe — Cher.

cellules renflées et massives et les méats sont petits; c'est le type *microporum*. La colonie fille a toutes ses cellules formées de quatre bras minces cylindriques égaux, soudés les uns aux autres par leurs extrémités, et laissant entre eux des lacunes relativement grandes. Un peu plus âgée et débarrassée de sa vésicule (fig. 2), la jeune colonie présente les caractères suivants :

diamètre	52 μ
hauteur de la cellule du pourtour	12 μ
longueur de la pointe (moyenne)	7 μ
diamètre moyen des lacunes	7 à 8 μ

Cette jeune colonie appartient au type *reticulatum* Lag., ou *clathratum* Br. Les lacunes sont grandes, le diamètre d'une lacune égale la septième partie du diamètre de la colonie; les cellules du pourtour sont longues, leur longueur atteignant presque la cinquième partie du diamètre total; les pointes sont bien développées (longueur de la pointe = 1/7,5 du diamètre de la colonie); elles sont cylindriques, nullement renflées, tronquées et entièrement vertes.

Toutes mes observations concordent sur ce point: dans toutes les stations visitées, quelle que soit la forme des cellules de la colonie mère, les jeunes cénobes planctoniques, dont la taille est inférieure à 60 μ en moyenne, sont tous à peu près semblables, du type *reticulatum*, à pointes longues, vertes et plus ou moins cylindriques. Dans ce premier stade de développement, la croissance de la cellule du disque a consisté surtout dans l'allongement des bras; les bords de la cellule sont devenus fortement concaves, limitant de grandes lacunes. Plus tard la cellule grossit, les bords deviennent de moins en moins concaves; les lacunes diminuent de largeur.

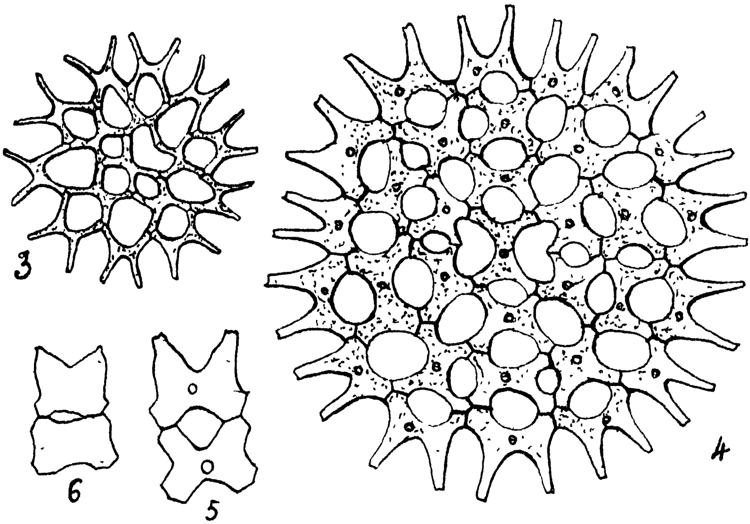


FIG. 3. — *P. duplex*, × 650. Très jeune cénobe. — Etang du Jardin Botanique de Tours.

FIG. 4. — *P. duplex*, × 650. Cénobe encore jeune. — Etang du Jardin Botanique de Tours.

FIG. 5. — *P. duplex*, × 650. Deux cellules d'un cénobe adulte. — Etang du Jardin Botanique de Tours.

FIG. 6. — *P. duplex*, × 500. Deux cellules d'un vieux cénobe. — Etang du Jardin Botanique de Tours.

C'est ce que l'on voit sur les figures 3, 4, 5 et 6 qui montrent le développement du *P. duplex* dans l'étang du Jardin botanique de Tours, où l'on trouve la plante en abondance, surtout en été et en automne. Aux premières gelées, elle disparaît très rapidement du plancton: pendant l'hiver on ne trouve plus que des colonies iso-

lées; mais leur aspect est très caractéristique: beaucoup de cellules sont vides; les cellules vertes ont leurs parois très renflées, limitant des lacunes très petites (fig. 6).

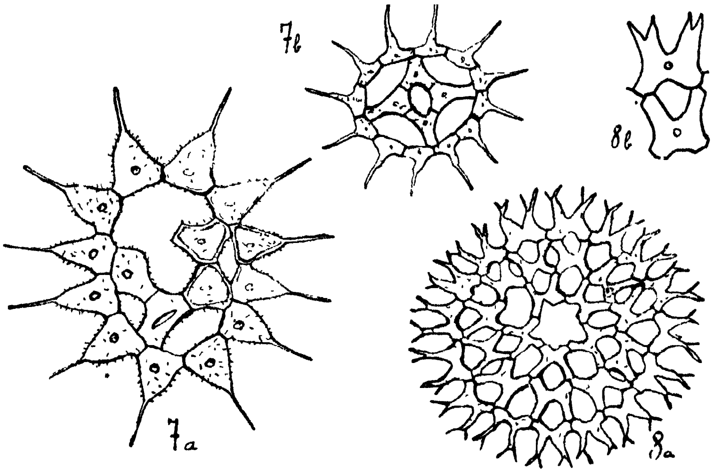


FIG. 7. — *P. simplex*, × 500. *a)* Vieux cénobe en voie de multiplication. — Etang de Serrant — *b)* Très jeune cénobe — Etang de Serrant.

FIG. 8. — *P. biradiatum*, × 500. *a)* Très jeune cénobe. — Etang de Serrant. *b)* Deux cellules d'un cénobe adulte. — Etang de Serrant.

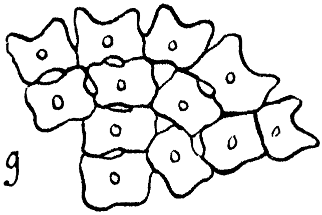
Les mêmes observations se font facilement sur les autres espèces à disque clathré : *P. simplex* Meyen (fig. 7) et *P. biradiatum* Meyen (fig. 8). On voit par ces figures combien, chez *P. simplex* et *P. biradiatum*, la jeune colonie peut différer de la colonie adulte.

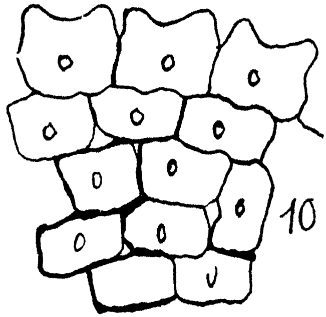
B) INFLUENCE DU MILIEU

I) *Observations faites sur des cultures*

Je montrerai d'abord l'influence de la vie benthique sur la grandeur des lacunes, chez *P. duplex*, *P. biradiatum*, *P. simplex*.

J'ai eu souvent l'occasion de comparer les colonies planctoniques de l'étang du Jardin botanique de Tours avec celles que je trouvais dans les cultures des récoltes provenant de cette station.





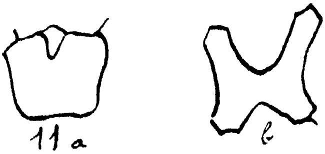


Fig. 9 et 10 — *P. duplex,* × 500. — Deux portions de cénobes de culture. — Jard. bot. Tours.

Fig. 11. — *P. biradiatum,* × 500. *a*) Une cellule du disque d'un cénobe de culture. *b*) Une cellule du disque d'un cénobe planctonique. — Jard. bot. Tours

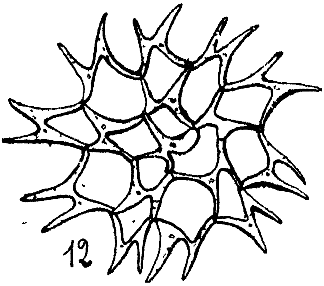
La figure 9 représente un *P. duplex* de mes cultures; il n'y a qu'à le comparer avec les cénobes des figures 4 et 5 pour constater l'influence de la vie benthique sur les grandeurs des lacunes. Plus la colonie est âgée, plus les lacunes paraissent petites; dans les vieilles cultures, les colonies qui se sont entièrement développées sur le fond se reconnaissent à leur irrégularité, leur aspect massif et l'absence presque totale des lacunes, qui ne sont plus représentées que par de petits méats (fig. 10). Je remarquai vite la convergence de forme des colonies des cultures et de celles qu'il m'arrivait de trouver l'hiver dans les vases du fond de l'étang: même diminution dans la grandeur des lacunes; alors que les récoltes de planeton contenaient la forme type, plus ou moins clathrée suivant l'âge, je voyais dans les cultures cette forme se rapprocher peu à peu des variétés *cohoerens, brachylobum, rectangulare, cornutum* des auteurs : ces variétés ne sont que des formes produites par la vie benthique.

De même chez *P. biradiatum,* dans les cultures, les cellules de disque deviennent plus massives et les méats plus petits; dans les formes extrêmes, les cellules internes n'ont plus que deux bras massifs, séparés par une fente, et rappellent les cellules de *P. Tetras* (fig. 11).

Enfin je me suis demandé si l'expérience ne pourrait pas confirmer l'observation, et pour cela j'ai cherché à réaliser un milieu planctonique au laboratoire: je n'ai pas complètement réussi; cepen-

dant j'ai obtenu quelques résultats en agitant mes cultures avec un courant lent de gaz carbonique; les bulles de gaz, naissant au fond du flacon et venant se dégager à la surface du liquide, maintenaient dans les couches supérieures de ce dernier une agitation suffisante pour qu'une végétation de Chlorophycées planctoniques pût s'y établir; on distinguait à l'œil nu, à la surface de la culture, une zone très verte formée par des *Pediastrum*, des *Scenedesmus* (*S. acutus*) et des Chlorelles (*C. vulgaris*); malheureusement les *Pediastrum* se maintenaient mal (15 jours, 20 jours au plus), ne pouvant sans doute se multiplier, soit que le gaz carbonique à haute dose leur fût défavorable, soit qu'ils fussent éliminés par les autres espèces, plus résistantes dans ce milieu.

Cependant ces cultures en milieu agité m'ont fourni quelques colonies de *Pediastrum* curieusement modifiées: je n'hésite à voir une relation de cause à effet entre la forte agitation à laquelle ont été soumises les colonies des figures 12 et 13 et les modifications que l'on constate dans la forme des cellules et dans l'organisation de la colonie.



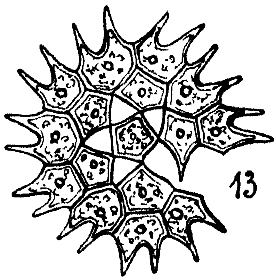


FIG. 12 — *P. duplex*, × 500. Jeune cénobe de culture agitée
FIG. 13.— *P. Boryanum*, × 500 Cénobe de culture agitée.

La figure 12 représente une colonie de *P. duplex* à grandes lacunes, beaucoup plus grandes que celles des colonies qui vivent dans l'étang du Jardin botanique de Tours, d'où provenaient les cultures. Les bras des cellules sont effilés, allongés, et le corps de la cellule très réduit. La figure 13 représente un cénobe de *P. Boryanum* encore plus modifié; les cellules du disque, restées pentagonales, sont soudées par les sommets et laissent entre elles des méats triangulaires; le cercle des cellules du pourtour est interrompu; dans l'intervalle, l'une des cellules du disque a poussé une pointe verte.

Mlle Woloszynska (282, p. 196, Tab. IV, fig. 10) a signalé des colonies de *P. Tetras* avec lacunes dues à la soudure par le sommet des cellules du disque et elle en a fait une nouvelle variété: *P. Tetras* (Ehr) Ralfs, var. *perforata*. Nous venons de voir quelles actions du milieu faisaient apparaître cette disposition chez *P. Boryanum;* il peut en être de même chez *P. Tetras*.

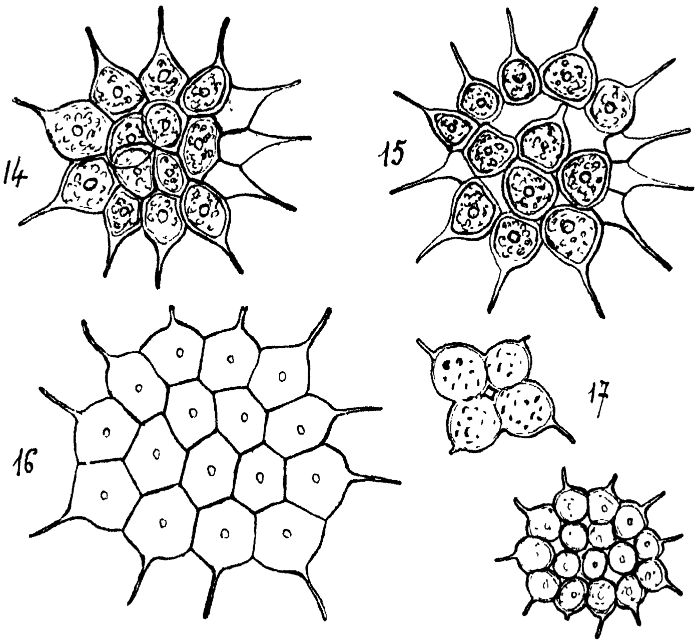


Fig. 14, 15, 16 — *P. simplex*, × 500. Cénobes de cultures

Fig. 17, 18. — *P. simplex*, × 500. Cénobes de dépôts. — Cher.

Chez *P. simplex*, le passage de la vie flottante à la vie benthique produit les mêmes modifications. On peut les observer dans les cultures spontanées de récoltes planctoniques riches en jeunes colonies. Les figures 14, 15, 16 représentent des colonies observées dans des cultures de récoltes de plancton de l'étang Saint-Nicolas, à Angers. Les cellules sont grosses et arrondies; les méats, petits ou même nuls. Dans la figure 15, on voit trois cellules marginales à parois concaves, du type *clathratum*, arrêtées à ce stade de développement et vidées de leur contenu; les autres cellules encore vertes, qui ont continué à vivre dans la culture, sont grosses et rondes.

La concentration du liquide nutritif fait aussi varier la grandeur des lacunes: Mlle TROITZKAJA (250, p. 49) a constaté ce fait sur des cultures pures de *P. simplex* : en milieu nutritif liquide concentré, on obtient, d'après elle, des jeunes colonies sans méats; si l'on dilue le milieu, de manière à amener les éléments à une concentration voisine de celle qui caractérise les milieux naturels, on retrouve des jeunes colonies plus ou moins largement clathrées.

Or la concentration amène la colonie, plus légère que le milieu, à flotter en surface; là elle n'utilise plus l'agitation interne de l'eau; elle est, vis-à-vis de ce facteur, comme la colonie qui vit sur le fond: il est donc naturel de voir dans ces deux cas, où l'agitation de l'eau est nulle ou non utilisée, les lacunes diminuer et même disparaître.

Ces observations faites dans les cultures m'ont amené à rattacher à *P. simplex* des cénobes qui s'écartent tellement de la forme normale planctonique que l'on a d'abord l'impression de se trouver devant une nouvelle espèce (fig. 17, 18). Ces colonies viennent du Cher, où je les ai trouvées, en janvier 1930, sur les bords, dans des matériaux provenant du grattage de plantes submergées (*Myriophylletum* des auteurs). Les cénobes dessinés ont été les seuls observés. L'extrême rareté de cette forme aberrante m'a empêché de la considérer comme une nouvelle espèce. C'est pourtant souvent sur des échantillons uniques, ou presque, que certaines espèces ou variétés ont été créées. Mais tant qu'on n'a pas rencontré la prétendue nouveauté en population compacte et homogène, et en quantité assez grande pour qu'on puisse suivre son développement, la forme en question doit rester simple forme.

Les cénobes des figures 17 et 18 sont caractérisés par des cellules arrondies: ils se sont développés à l'état fixé. Or nous venons de voir que, dans les dépôts des cultures, les cellules s'arrondissent; d'autre part, nous verrons (troisième partie, chap. II, fig. 160) des colonies à grosses cellules enkystées et arrondies, reliées à la forme type par toutes les formes intermédiaires. Pour cette raison je réunis à *P. simplex* les rares colonies que M. DES CILLEULS (59, p. 54) a attribuées à *P. Sturmii* Reinsch dans son plancton de la Loire. Les dessins que j'en ai vus au laboratoire de Botanique de l'Université d'Angers sont comparables aux colonies de la figure 17 et n'en diffèrent guère que par la taille; leur extrême rareté et les conditions écologiques dans lesquelles M. DES CILLEULS les a décou-

vertes (dépôts boueux des bords de la Loire) analogues à celles où REINSCH découvrit son *P. Sturmii*, permettent de les considérer, jusqu'à nouvel ordre, comme des colonies de *P. simplex* enkystées et modifiées par le milieu.

II) *Observations faites en milieux naturels*

Nous étudierons ici l'influence de l'agitation de l'eau sur la grandeur des lacunes, et la forme de la cellule marginale chez *P. simplex*.

L'agitation de l'eau est produite par le mouvement de l'air en contact avec la surface de l'eau; ce mouvement se communique à la couche supérieure du liquide et s'étend en profondeur ; il n'atteint pas le fond, dont les couches, au contact du sol, sont immobiles; mais il se réfléchit sur ces dernières et les phénomènes d'interférence se produisent d'autant plus que la masse d'eau est plus considérable et la profondeur plus grande; donc, l'agitation de l'eau, causée par l'agitation de l'air, croît comme cette dernière et aussi comme l'étendue et la profondeur de la masse d'eau.

Les colonies de *Pediastrum* sont évidemment organisées pour flotter dans l'eau, en utilisant son agitation. L'aptitude d'une colonie à flotter est directement proportionnelle à sa surface *s* et en raison inverse de son poids *p*: $f = k \frac{s}{p}$. Les cellules de la colonie sont aplaties et celles du bord portent des pointes, afin d'augmenter *s*; le disque est souvent plus ou moins clathré, afin de diminuer *p*, et il aura tendance à être d'autant plus clathré, donc plus léger, qu'il sera plus grand, donc plus lourd.

Les auteurs admettent généralement que l'agitation de l'eau développe l'aptitude à flotter, c'est-à-dire que les eaux agitées favorisent la formation de grandes lacunes et de longues pointes. WESENBERG-LUND, par exemple, (253, résumé anglais p. 23) constate que chez *P. duplex* et *simplex* les variations portent sur les cellules du disque en forme d'X, avec lacunes plus ou moins grandes, et sur les pointes plus ou moins longues; que ces variations vont dans le même sens, c'est-à-dire que les longues pointes vont avec les grandes lacunes, et qu'elles constituent comme ces dernières une adaptation au flottement dans la région pélagique. S'il en est ainsi, les colonies

fixées n'auront que des lacunes petites ou nulles, et, dans les étangs et les mares, les formes de passage seront abondantes entre les formes clathrées et les formes pleines.

C'est ce que l'observation confirme complètement.

COLONIES BENTHIQUES

Considérons les cénobes des figures 19 et 20; ce sont des colonies benthiques de *P. simplex*, qui se sont multipliées et ont végété sur des feuilles submergées et qui, par conséquent, doivent présenter un minimum d'adaptation au flottement. Elles proviennent de la collection WITTROCK et NORDSTEDT (295, n° 235); la récolte a été faite par THURET et provient du grattage de feuilles submergées, à Rentilly, près de Paris. Elle est d'une extrême richesse en *P. simplex*. Les colonies sont petites, à pointes relativement courtes, et, dans la proportion de 3 sur 4, 8-cellulaires (7 + 1). On trouve aussi des colonies à 4 cellules, des colonies 8-cellulaires (8 + 0) et des colonies 16-cellulaires (11 + 5). On remarque que les colonies adultes sont pleines ou n'ont que d'imperceptibles méats (fig. 20).

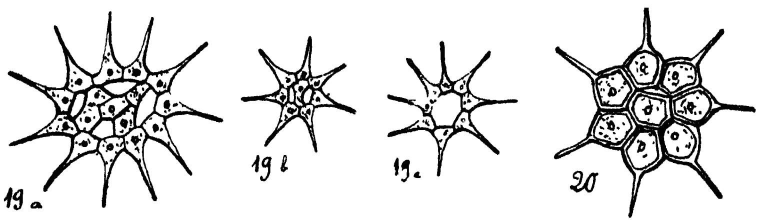


FIG. 19, 20. — *P. simplex*, × 500. Cénobes benthiques, jeunes et adulte. — Récolte de Thuret à Rentilly.

On pourrait objecter que les jeunes colonies sont clathrées; mais, d'abord, les lacunes sont petites, ce qui s'accorde avec l'absence de flottement; ensuite, si l'on compare entre elles des jeunes colonies benthiques (fig. 19 *a, b, c*) avec des jeunes colonies planctoniques (fig. 7 *b* et 22), on ne voit entre elles que de légères différences: lacunes ne différant que par la taille; même aspect des cellules du disque, allongées en forme d'arcs-boutants, avec paroi concave; cellules marginales avec pointes fines à bords concaves.

Il ne peut venir à l'idée de personne de mettre des noms diffé-

rents sur ces colonies: celles de la figure 19 *a, b, c* perdront leurs lacunes et donneront des colonies semblables à celles de la figure 20, conformément à leur condition de colonies fixées; celle de figure 7 *b* se développera en conservant des lacunes assez grandes (fig. 7 *a*), conformément à sa condition de colonie flottante.

C'est donc sur les jeunes colonies qu'on saisit la tendance spécifique du *P. simplex* à produire des colonies clathrées, tendance qui s'épanouit plus ou moins dans la vie planctonique, mais qui est contrariée par la vie benthique. Tous les cénobes passent par un stade de jeunesse plus ou moins clathré: c'est le caractère ancestral héréditaire qui apparaît à ce moment là, mais qui pourra être plus ou moins masqué par des actions de milieu; les colonies des figures 7 *a, b* et 20, où LEMMERMANN distinguerait du *P. clathratum*, du *P. ovatum* du *P. Sturmii*, appartiennent à la même espèce, *P. simplex*.

COLONIES PÉLAGIQUES

On peut faire la même observation en comparant des colonies flottantes, provenant de masses d'eau différant l'une de l'autre par l'étendue, la profondeur et l'agitation de l'eau. La jeune colonie 8-cellulaire de la figure 22 se retrouve partout : dans les masses d'eau étendues (Etang Saint Nicolas, à Angers), dans les petits étangs (Jardin botanique de Tours), dans les dépôts (coll. WITTROCK et NORDSTEDT, n° 235). La colonie adulte de la figure 23, tout-à-fait exceptionnelle dans le plancton des grands étangs, représente la seule forme qu'on trouve, par exemple, dans le petit étang du Jardin botanique de Tours; au contraire les cénobes des figures 24 et 25 n'y paraissent jamais, mais dominent à l'Etang Saint-Nicolas (fig. 24) ou à l'étang de Serrant (fig. 25).

21

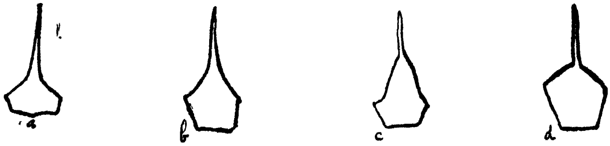


FIG. 21. — *P. simplex*, × 500. Schématique. Variation de la forme de la cellule marginale avec l'âge et le milieu : *a*) *clathratum*; *b*) *simplex*; *c*) *ovatur*; *d*) *Sturmii*.

P. simplex végète surtout, à l'état planctonique, dans les masses d'eau étendues, comme l'Etang Saint-Nicolas et l'étang de Serrant,

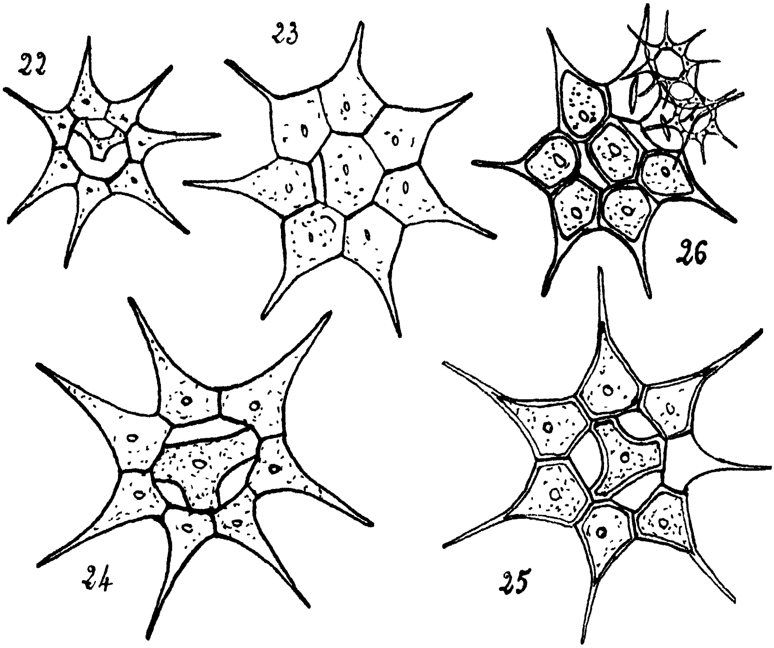


FIG. 22. — *P. simplex*, × 650 Jeune cénobe, forme ordinaire.
FIG. 23.— *P. simplex*, × 650 Cénobe adulte. — Jardin botanique de Tours.
FIG. 24. — *P. simplex*, × 650 Cénobe adulte. — Etang Saint-Nicolas, Angers.
FIG. 25. — *P. simplex*, × 650. Cénobe adulte — Etang de Serrant
FIG. 26. — *P. simplex*, × 500. Vieux cénobe en voie de multiplication.

où il est très abondant ; dans ces stations, les colonies sont presque toutes clathrées ; mais la grandeur des lacunes est variable : on trouve tous les passages entre les colonies largement clathrées et les colonies à disque plein, qui font ici figure de type extrême et d'exception (fig. 27 et 30).

On remarquera, dans les figures 21 *a*, *b*, *c*, *d* et 27 à 30, le changement de forme de la cellule marginale, qui accompagne les variations de grandeur du disque et des lacunes. La cellule du disque se modifie aussi ; mais c'est sur les différentes formes de la cellule marginale que les auteurs fondent leurs espèces et leurs variétés : le type *clathratum*, au corps cellulaire bas et large, se trouve dans les colonies à grandes lacunes (fig. 21 *a*, 27) ; les colonies du type *ovatum*, avec la base de la pointe renflée, portent ordinairement des plus petites lacunes ; les types *simplex* et *Sturmii*, à corps cellulaire

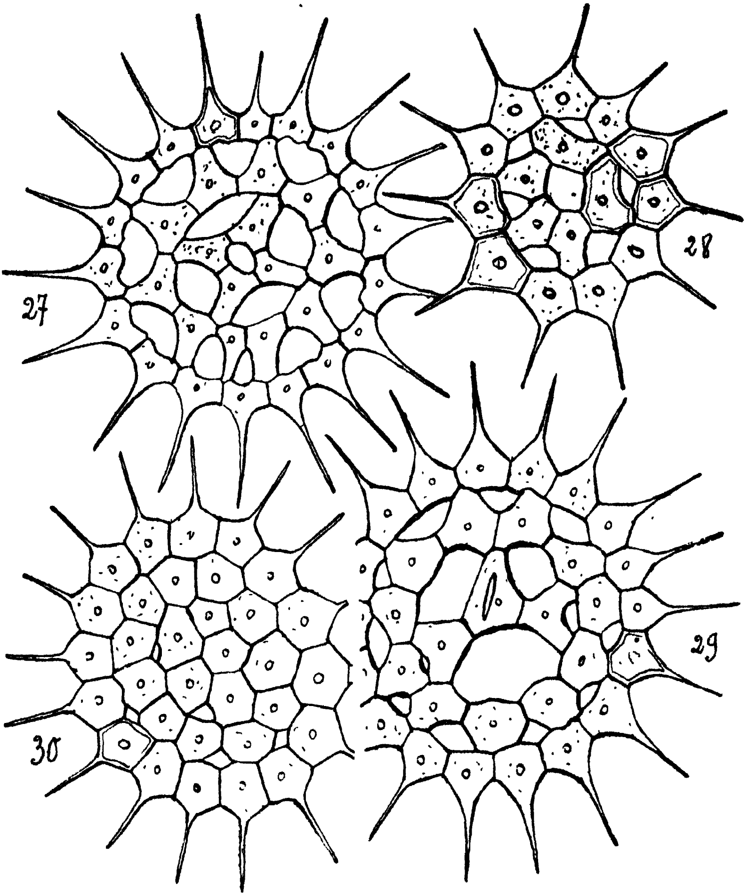


FIG. 27.— *P simplex*, × 500. Cénobe encore jeune. — Saint-Nicolas.
FIG. 28. — *P. simplex*, × 500. Cenobe adulte. — Saint-Nicolas.
FIG. 29. — *P. simplex*, × 500. Cénobe adulte. — Loire.
FIG. 30. — *P simplex*, × 500. Cénobe âgé. — Loire.

haut et étroit, sont souvent sans lacunes, ou avec seulement de petits méats (fig. 21, *d*, *e*, *f*, 30).

Or, si l'on considère les lacunes comme une adaptation au flottement, on peut admettre que leur grandeur varie d'une colonie à l'autre, suivant l'agitation à laquelle la colonie a été soumise. L'examen des figures 27 à 30 montre alors que cette variation de la grandeur des lacunes entraîne celle de la cellule marginale en hauteur et en largeur; si donc la première est due à des actions de

milieu, la seconde leur est due aussi. Il en résulte que ni la grandeur des lacunes, ni la forme de la cellule marginale ne sont des caractères fixes et héréditaires.

COLONIES DU TYPE *radians*

Ce résultat est particulièrement facile à saisir au simple examen des colonies 8-cellulaires, par 8 + 0. Cette disposition est particulière au *P. simplex* et se rencontre assez souvent. LEMMERMANN rattache les cénobes sans cellules intérieures au *P. simplex* (Meyen ex p.) Lemm. ou au *P. Sturmii* Reinsch, suivant la forme des cellules (bords concaves ou convexes), et en fait les variétés *radians* de ces espèces.

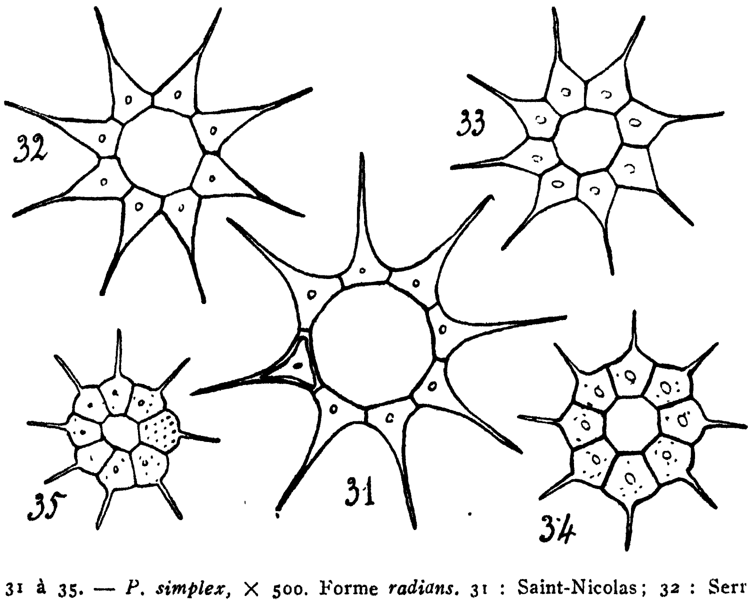


FIG. 31 à 35. — *P. simplex*, × 500. Forme *radians*. 31 : Saint-Nicolas; 32 : Serrant; 33 : Cher; 34 : Jard. bot. de Tours; 35 : Rentilly (Thuret).

Remarquons d'abord que la disposition *radians* n'est pas héréditaire, pas plus d'ailleurs qu'aucune autre disposition, comme je l'ai souvent constaté. La figure 26 représente une colonie mère 8-cellulaire, par 7 + 1, avec deux colonies filles de 8 cellules, l'une par 7 + 1, l'autre par 8 + 0. Les cellules du pourtour des colonies filles ont les bords très concaves, ceux des cellules de la colonie mère

sont sensiblement rectilignes ; les jeunes cénobes sont du type *clathratum;* la colonie mère se rapproche du type *simplex* de Lemmermann, les lacunes sont petites ; tout cela, conformément à l'action de l'âge,

On voit ensuite que les jeunes colonies de forme *radians*, par 8 + 0, sont toutes semblables, qu'elles proviennent du planeton des grands étangs, comme celle de la fig. 26 (Saint-Nicolas), ou du grattage des feuilles submergées, comme celle de la fig. 19 *c*.

Or les différentes formes de cellules décrites précédemment se rencontrent toutes sur les cénobes adultes d'organisation *radians* (fig. 31 à 35). Chacune est en relation avec la *grandeur de la lacune centrale*, laquelle varie suivant les stations. Toutes choses égales d'ailleurs, et sous réserve de l'action inconnue de certains facteurs, la grandeur de la lacune croît avec l'étendue et la profondeur de la masse d'eau, soit avec l'agitation des couches superficielles de l'eau ; la base de la cellule est d'autant plus large et d'autant moins haute que la lacune est plus grande. La fig. 31 représente une forme d'étangs étendus et profonds, aux eaux agitées; les colonies des figures 32, 33 et 34 viennent de masses d'eau moins importantes; la fig. 35 représente un cénobe qui s'est développé fixé; la colonie figurée en 19 *c* en est la forme jeune, semblable aux cénobes de la fig. 26, qui représentent la forme jeune du cénobe de la fig. 31. C'est le milieu qui a différencié les jeunes colonies primitivement semblables, au point de les faire prendre pour des espèces différentes. Quant aux parois libres, elles sont concaves (fig. 31), rectilignes (fig. 32, 33), convexes (fig. 34, 35): c'est, nous le verrons, une question d'âge; les colonies des fig. 32 et 33 atteindront plus tard le stade *ovatum* des auteurs.

Toutes les formes de passage se rencontrent entre les quatre types de cellules; il semble plus sage de les rapporter à une seule et même espèce, *P. simplex* Meyen, et d'attribuer les différences de forme à des actions de milieu, auxquelles s'ajoutent, au cours du développement, les modifications dues à l'âge.

D'ailleurs mon maître, M. Bioret, avait constaté avant moi les difficultés et les contradictions auxquelles on se heurte, quand on veut appliquer aux *P. simplex* la systématique de Lemmermann (133, p. 180; 136, p. 114; 148, p. 131), qui admet quatre espèces, ou celles de Nitardy (162, p. 176), Borge (37, p. 9), Van Oye (170, p. 6), Morosowa-Wodianitzkaja (157, p. 23), qui admettent deux espèces,

Comparons par exemple, les colonies des figures 36 *a, b, c;* elles ne diffèrent que par l'organisation, 8 + 0 d'une part, 7 + 1 de l'autre; d'après LEMMERMANN, on aurait deux espèces différentes: fig. 36 *a*, *P. simplex* (Meyen ex p.) Lemm., var. *radians;* fig. 36 *b*, *P. clathratum* (Schr) Lemm. L'organisation n'étant pas héréditaire (fig. 26), les deux colonies doivent être rapportées à la même espèce. Si l'on considère en plus la colonie 36 *c* et si l'on suit LEMMERMANN, on rattachera la colonie à la même espèce que celle de la fig. 36 *a*, *P. simplex* (Mey. ex p.) Lemm.; pourtant elle en diffère plus que de la colonie de la fig. 36 *b*, qui reste attribuée à une espèce différente, *P. clathratum* (Schr.) Lemm. Cette colonie de la fig. 36 *c* peut être attribuée avec autant de raisons à l'une ou à l'autre des différentes espèces du groupe des *simplex:* les méats sont petits, mais ils existent; si l'on en tient compte, il faut déterminer *P. clathratum*, d'autant que les parois externes des cellules marginales sont concaves; mais si l'on n'en tient pas compte, on peut déterminer *P. simplex* (Mey. ex p.) Lemm., d'autant mieux que le corps cellulaire de la cellule marginale est étroit et haut.

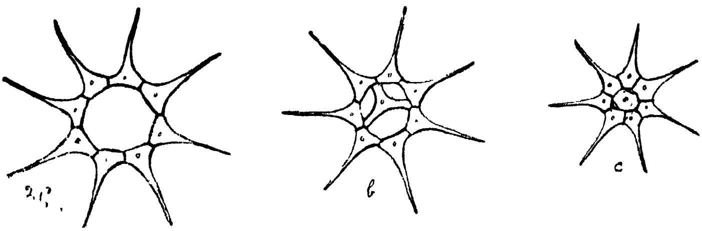


FIG. 36. — *P. simplex* × 500 Trois formes que Lemmermann nommerait : *a*) *P. simplex*, var. *radians ; b*) *P. clathratum*, *c*) *P. simplex*, var. *microporum.*

Ces difficultés font le désespoir des débutants et même des professionnels: ainsi SCHRÖDER (209, p. 169, fig. 9, 10), déterminant les *P. simplex* provenant du lac Ochrida (Macédoine), signale une forme intermédiaire (sa figure 10) granuleuse, à parois rectilignes, qu'il ne sait à quelle espèce rapporter: je l'ai reproduite ici (fig. 37 *c*). Cette forme correspond à un stade de vieillesse (parois rectilignes et granulations) de la forme *a*. La forme *b* se rencontre sur les colonies à disque plus petit, ou à lacunes petites ou nulles: c'est, elle aussi, une forme de vieillesse (parois convexes, granulations). Les trois formes appartiennent à la même espèce; il est vain de vouloir faire des coupures: il se trouvera, toujours et partout, des formes de passage qu'on ne saura où placer.

37

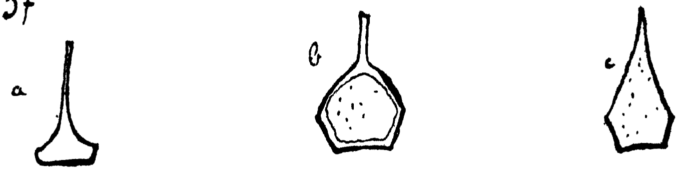
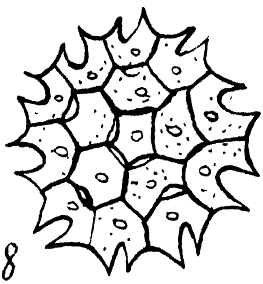
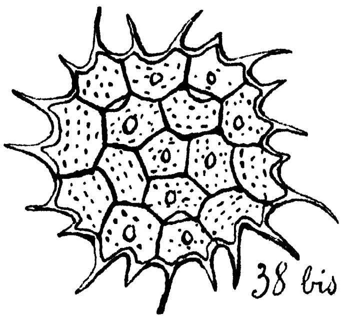


FIG. 37. — *P. simplex.* Diverses formes de la cellule marginale, d'après Schroeder.

Note : J'ai trouvé assez souvent, dans le petit étang du Jardin botanique de Tours et dans la Loire, des colonies de *P. Boryanum* portant de petits méats, limités par deux cellules ; ils sont dus le plus souvent au décollement et à l'incurvation de la partie externe de la membrane des cellules du disque (fig. 38 et 38 bis: je ne vois pas là une action de milieu, mais un simple défaut de soudure entre deux cellules; par conséquent la variété *perforatum* de RACIBORSKI, maintenue cependant par NITARDY (162, p. 179) et par BRUNNTHALER (50, p. 100), me paraît une dénomination absolument sans objet.



38



38 bis

FIG. 38 — *P. Boryanum,* × 750. Forme planctonique aberrante. — Jard. bot. de Tours.
FIG 38 bis. — *P. Boryanum,* × 750. Forme benthique. Jard. bot. de Tours,

CONCLUSION

En résumé, dans une station donnée, au même niveau et dans la même période de végétation, en un mot dans les mêmes conditions de vie, les lacunes sont d'autant plus grandes, relativement, que la colonie est plus jeune. Quand les colonies passent *de la vie planctonique à la vie benthique,* les lacunes tendent à disparaître; leur grandeur augmente, au contraire, avec l'agitation de l'eau. Il faut

tenir compte de ces faits, sous peine de donner à la colonie fille un nom différent de celui que l'on donne à la colonie mère.

Je ne prétends pas dire par là que dans tous les cas examinés, chez *P. duplex* par exemple, les jeunes colonies issues soit d'une forme nettement *microporum*, soit d'une forme plus ou moins *reticulatum*, seront toujours absolument identiques; mais je veux dire qu'à ce stade juvénile les colonies présentent si peu de différences qu'il ne peut venir à l'idée de personne de leur donner des noms différents.

Dans un mémoire récent, Miss Hutchinson et ses collaboratrices (113 bis, p. 107), tout en admettant que les variétés de *P. duplex* sont un peu arbitraires, pensent que les dimensions des lacunes, dans les cénobes de cette espèce, sont en relation avec le *pH*. « Il n'est pas douteux que, dans l'Afrique du Sud, les formes à grandes lacunes (var. *reticulatum*) se rencontrent dans les eaux neutres, tandis que les formes à petites lacunes (*duplex* typ.) se trouvent dans les eaux plus alcalines; la forme intermédiaire (var. *clathratum*) occupe une large série d'habitats, d'ordinaire de concentration intermédiaire ». L'échelle du *pH*, dans les eaux de la région que j'ai eu l'occasion d'étudier, est malheureusement trop peu étendue pour que je puisse me faire une idée exacte de l'influence de ce facteur particulier. Etant donné l'influence certaine de l'âge et de l'agitation de l'eau sur la grandeur des lacunes, j'ai peine à croire que le *pH* ait une importance comparable. Les auteurs du mémoire en question n'ont pas tenu compte de l'étendue des masses d'eau étudiées. Pour ma part, si je m'en rapporte aux *P. duplex* de quelques grands étangs angevins, comparables par l'étendue et l'agitation de l'eau, mais de *pH* variés (Etang Saint-Nicolas, *pH* = 7; Etangs de Serrant et de Chevigné, *pH* = 7,5; Etangs du Grand Malaguet et du Bellai, *pH* = 8), il m'est impossible de constater une différence sensible dans les cénobes de *P. duplex*, jeunes ou adultes, planctoniques, d'une station à l'autre.

CHAPITRE DEUXIEME

ECHANCRURE EXTERNE DE LA CELLULE MARGINALE

Chez les espèces à deux pointes et à disque plein, les deux pointes de la cellule marginale sont séparées par une échancrure de profondeur variable. Chez *P. Boryanum* typique, elle vient se terminer par un angle aigu, au niveau de la naissance de la pointe; dans les variétés *brevicorne*, *divergens*, *integriforme*, sa profondeur est moins grande que dans la forme type; quand elle est remplacée par une ligne droite, on a le *P. muticum* Kütz.; par une ligne courbe convexe, le *P. integrum* Nag. Chez *P. angulosum*, l'échancrure, largement ouverte, a une profondeur supérieure à la hauteur de la pointe; mais elle disparaît presque dans la variété *impeditum*. J'étudierai la variation de l'échancrure chez *P. Boryanum* et chez *P. angulosum*.

I. INFLUENCE DE L'AGE

A) *P. Boryanum*

Cette espèce abonde à la belle saison dans le petit étang du Jardin botanique de Tours, ce qui m'a permis de suivre facilement, à plusieurs reprises, son développement.

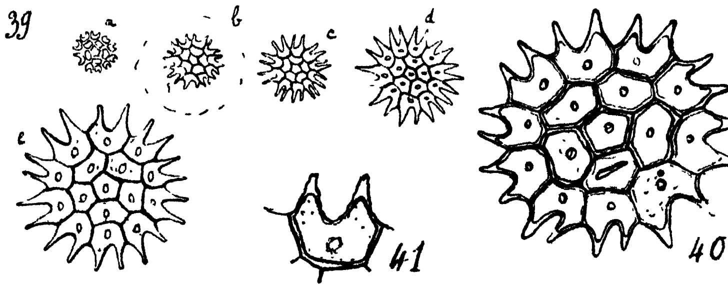


Fig 39 à 41. — *P. Boryonum*, × 500. Stades successifs du développement d'un cénobe planctonique. — Jard. bot. de Tours.

Le jeune cénobe a des pointes assez longues et vertes (fig. 39 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*). Dans les colonies adultes, on voit la pointe se diviser peu à peu en deux parties: le sommet hyalin, la base verte; l'ensemble reste plus ou moins conique (fig. 40, 41); puis, à mesure que la colonie vieillit et grossit, la partie hyaline de la pointe se détache, cylindrique et tronquée, de la base, ou lobe vert: celui-ci s'élargit peu à peu et se confond sensiblement avec le corps de la cellule (fig. 42). Chez les plus vieilles colonies, le lobe vert est à peine visible (fig. 43); quelquefois même il disparaît complètement; la pointe hyaline, plus ou moins longue, surmonte alors directement le corps cellulaire (fig. 44).

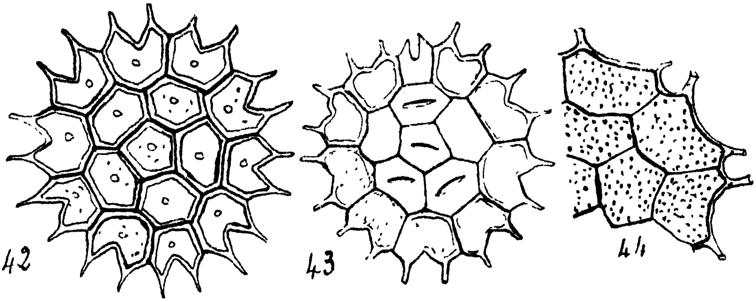


FIG. 42. — *P. Boryanum*, × 500. Cénobe planctonique adulte. — Jard. bot. de Tours.

FIG. 43. — *P. Boryanum*, × 500 — Cénobe âgé en voie de multiplication. — Jard. bot. de Tours.

FIG. 44 — *P. Boryanum*, 750. Vieux cenobe en voie d'enkystement. — Jard. bot de Tours.

Les mesures ci-dessous permettent de se rendre compte du développement de la cellule du pourtour; elles ne veulent pas dire que, pour une taille donnée, dans une colonie d'un nombre de cellules donné, la cellule marginale aura toujours la même forme et sera toujours au même point de son développement; les colonies adultes et vieilles peuvent certainement avoir des dimensions très différentes, surtout d'une station à l'autre et suivant l'époque de l'année; mais ces mesures montrent des modifications, dans la forme de la cellule marginale, consécutives à la croissance de la colonie; ces modifications, à elles seules, sont donc des caractères donnant des indications sur l'âge de la plante.

Colonies 16-cellulaires (10 + 5 + 1) :
d = diamètre du cénobe (pointes comprises);
h = hauteur totale de la cellule marginale ;
p = hauteur de la pointe (partie libre de la cellule);
l = largeur de la cellule marginale à la base des lobes;
(les mesures sont données en μ)

d	26	42	60	70	77	85	98
h	6	11	15	16	17	18	24
p	3	6	7	8	8	8	7
l	4,5	7	9,5	11	12,5	15	24

De l'examen des mesures et des dessins qui précèdent, on peut tirer la loi suivante: la profondeur de l'échancrure entre les deux pointes diminue au fur et à mesure de la croissance de la colonie.

La forme de la cellule marginale se modifiant avec l'âge, on peut, à ce point de vue, rapporter les colonies du bassin du Jardin botanique de Tours à 4 formes, reliées entre elles par toutes les formes de passage (fig. 45).

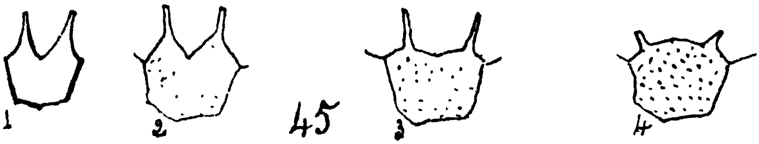
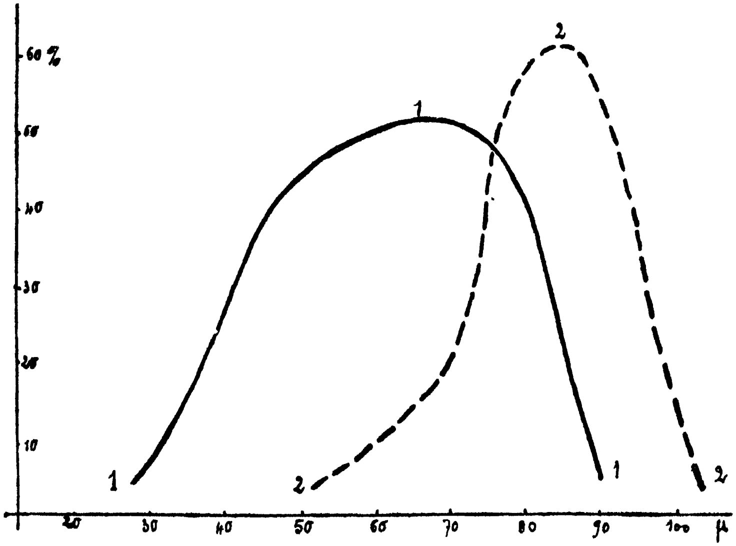


Fig. 45. — *P. Boryanum*, × 750. Variations, avec l'âge, de la forme de la cellule marginale. — Jard. bot. de Tours.

Les deux premières formes sont du *P. Boryanum* type, la troisième rappelle le *P. muticum* Ktz. et la quatrième le *P. integrum* Näg. Mais ces formes sont très loin d'être également abondantes; pour donner une image parfaite de la variation de l'échancrure de la cellule marginale, nous allons considérer les modifications de l'aspect général des colonies suivant les saisons, ce qui revient encore, on le verra, à étudier le facteur âge.

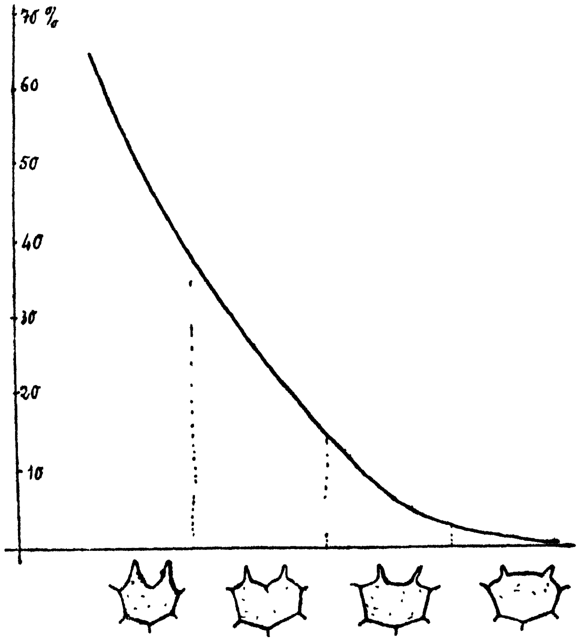
En mai et juin, quand la multiplication végétative est active et les jeunes cénobes abondants, les colonies les plus grosses ne dépassent pas 90 μ et les cellules marginales sont presque toutes de la

forme 1 ou de la forme 2. La courbe 1, qui exprime la répartition des colonies en fonction de la taille, montre que ce sont les colonies de 70 à 80 μ qui sont les plus nombreuses; au contraire, en hiver, les jeunes colonies sont rares, les cénobes grossissent sans se multiplier. Les cénobes de 85, 90 μ sont nombreux et l'on en trouve de 100 μ et plus (courbe 2).



Courbes 1 et 2. — *P. Boryanum.* Pourcentage des cénobes 16 - cellulaires d'après leur taille (diamètre en μ). Jardin botanique de Tours : Printemps-été (courbe 1); hiver (courbe 2).

Or c'est dans les plus grosses colonies, à granulations abondantes, que l'on voit quelquefois des cellules marginales qui s'écartent de la forme type, pour se rapprocher des formes *muticum* et *integrum;* mais les colonies que l'on peut nettement rattacher à ces formes sont toujours très rares, surtout au printemps. La courbe 3 montre la répartition des colonies en fonction de la forme de la cellule marginale; par leur caractère d'exception, et aussi à cause des formes de passage qui les relient aux formes type 1 et 2, les formes 3 et 4 ne peuvent être attribuées qu'à des variations individuelles, dues à l'âge des colonies; ce ne sont ni des espèces différentes, ni des variétés du *P. Boryanum.*



Courbe 3. — *P. Boryanum.* — Pourcentage des cénobes d'après la forme de la cellule marginale — Étang du Jardin Botanique de Tours

Dans toutes les stations où végète *P. Boryanum,* j'ai toujours rencontré, dans le plancton, ces formes à l'état d'exception ; or, *P. Boryanum* vit toujours en troupes plus ou moins fournies ; dans un étang donné, à une époque donnée, l'espèce est représentée par des colonies nombreuses, différentes par la taille, par le nombre des cellules et par quelques autres détails secondaires, mais réunissant assez de caractères communs, pour qu'on ne soit pas tenté de les confondre avec les colonies d'espèces morphologiquement voisines, vivant dans le même milieu. L'abondance des colonies de divers âges, on l'a vu, permet de suivre les divers stades et les modifications qu'ils comportent. Ces modifications sont progressives et les types extrêmes sont reliés aux types moyens par tous les intermédiaires. Donc quand on trouve une colonie de forme aberrante, forme *muticum*, forme *integrum*, et qu'on voit la relation qui l'unit aux colonies normales de *P. Boryanum,* il est impossible de la rattacher à une espèce différente.

B) *P. angulosum*

Chez *P. angulosum,* la cellule marginale ne porte jamais de pointes nettement détachées comme chez *P. Boryanum* ; l'échancrure externe, plus ou moins profonde est toujours arrondie. Nous allons voir la cellule marginale se modifier beaucoup avec l'âge. Les comparaisons porteront uniquement sur des colonies 64-cellulaires provenant d'une même station, l'étang de Serrant, à Saint-Georges-sur-Loire, et récoltées à la surface de la masse d'eau. Ces colonies ont le plus souvent 20, 21 et 22 cellules au pourtour, plus rarement 19 et 23 ; 21 est le nombre moyen qui apparaît le plus souvent.

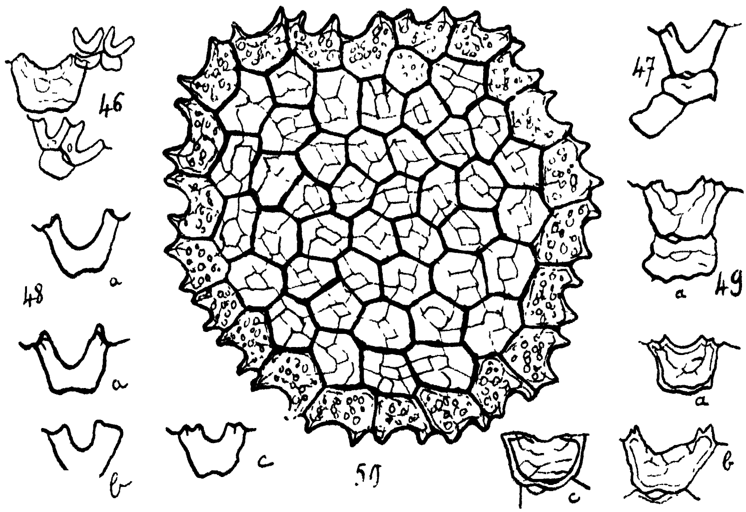


Fig. 46 à 50 — *P. anguosum* × 500. Variations, avec l'âge de l'échancrure de la cellule marginale. — Étang de Serrant.

a) *Stade juvénile.* — La figure 46 représente, en haut, 4 cellules, dont deux marginales, d'une colonie 64-cellulaire de diamètre total égal à 46 μ ; en bas, 3 cellules, dont deux marginales, d'une colonie à 64 cellules de 60 μ de diamètre: ce sont deux colonies filles ; on a représenté, au centre, une cellule marginale de la colonie mère, dont le diamètre était de 130 μ. La plus petite colonie a fourni les données suivantes :

diamètre de la colonie............................ 46 μ
hauteur de la cellule du pourtour.................. 8 μ
diamètre moyen du disque......................... 30 μ
largeur de la cellule du pourtour.................. 4 à 5 μ
rapport de la hauteur de la cellule marginale à sa largeur : $\frac{8}{4,5}$, soit presque 2.

L'autre colonie fille a donné :

diamètre de la colonie............................ 60 μ
hauteur de la cellule du pourtour.................. 10 μ
diamètre moyen du disque......................... 40 μ
largeur de la cellule marginale.................... 6 μ
rapport de la hauteur de la cellule marginale à sa largeur : $\frac{10}{6} = \frac{5}{3}$.

La cellule marginale est donc presque deux fois plus haute que large; l'échancrure est profonde, mais étroite et très peu évasée, et donne à la cellule la forme d'un tube en U; les lèvres de l'échancrure ne sont pas proéminentes, elles sont lisses, entièrement vertes, ne portent aucune dent, ni aucune concrétion pectique; le pyrénoïde est souvent visible à la base de la cellule, dont la membrane n'est nullement ridée.

b) *Stade adulte.* — La figure 47 représente une colonie plus grande: le diamètre est de 100 μ. On a :

hauteur de la cellule marginale.................... 13 μ
diamètre moyen du disque......................... 75 μ
largeur moyenne de la cellule du pourtour.......... 11 à 12 μ
rapport de la hauteur de la cellule marginale à sa largeur : $\frac{13}{11}$.

Si l'on compare ces chiffres aux précédents, on voit que la cellule marginale s'est peu développée en hauteur (de 10 à 13 μ), mais s'est beaucoup élargie (de 6 à 11 ou 12 μ), aussi l'échancrure paraît-elle moins profonde; elle s'est évasée, ses lèvres commencent à devenir saillantes, et on aperçoit une petite excroissance pectique, qui commence à les recouvrir.

Les cellules marginales, à ce stade, diffèrent d'une colonie à l'autre, bien plus qu'au stade précédent; la lèvre de l'échancrure est plus ou moins saillante (fig. 48 *a*), plus ou moins large (fig. 48 *b*), simple ou dentée (fig. 48 *c*); mais les concrétions pectiques sont peu développées, les membranes sont minces et non plissées; on distingue quelquefois un pli qui commence à se former sur la lèvre (fig. 48 *c*).

c) *Stade de vieillesse.* — La figure 50 représente une colonie de 135 μ, à membranes épaisses et couvertes de plis anastomosés, bien visibles surtout sur les cellules marginales, qui se sont vidées: j'ai obtenu les mesures suivantes :

hauteur de la cellule marginale.................... 20 μ
diamètre moyen du disque......................... 100 μ
largeur moyenne de la cellule marginale............ 15 μ
rapport de la hauteur de la cellule marginale à sa largeur :

$$\frac{20}{15} = \frac{4}{3}.$$

Si l'on compare ces mesures aux mesures précédentes, on constate que, tandis que la cellule marginale croissait de 8 à 20 μ en hauteur (rapport: $\frac{5}{2}$), sa largeur passait de 4 à 15 μ (rapport: $\frac{7,5}{2}$).

C'est ce qui explique pourquoi l'échancrure devient de plus en plus évasée et de moins en moins profonde; elle peut même finir par disparaître presque complètement et être remplacée par une ligne légèrement concave. Seules les lèvres restent saillantes; mais elles prennent des formes très diverses: tantôt elles ressemblent à des pointes pectiques larges et courtes (fig. 50); tantôt elles constituent deux fortes saillies plissées (fig. 49 *b*); tantôt elles sont larges, aplaties et lisses (fig. 49 *c*); tantôt elles sont subdivisées par deux ou plusieurs dents (fig. 49 *a*); mais comment décrire toutes les formes ? Dans les vieilles colonies, la forme du bord externe de la cellule marginale ainsi que les ornements des membranes varient d'un individu à l'autre. C'est pourtant sur ces variations que Raciborski a établi ses variétés *laevigatum, araneosum, impeditum, gyrosum, Haynaldii* et *rugosum;* à part cette dernière variété, que je n'ai jamais vue (elle est caractérisée par des granulations, tandis qu'à Serrant l'organisme est toujours lisse ou plissé), les autres ne

sont pas autre chose que des formes d'âge et ne représentent que des variations individuelles: on peut les trouver toutes à Serrant et bien d'autres encore, pour lesquelles j'aurais pu créer bien plus de noms que RACIBORSKI, si je ne m'étais rendu compte qu'en le faisant je perdais mon temps à décrire des individus.

II. INFLUENCE DU MILIEU

1. — OBSERVATIONS PERSONNELLES

A) *Milieux naturels*

Les variations que l'on observe dans la cellule marginale de *P. Boryanum*, quand on étudie des matériaux provenant du planeton des étangs, c'est-à-dire des colonies flottantes récoltées en surface, au large des rives, sont peu importantes, à côté de celles qui se produisent quand *P. Boryanum* passe à l'état de vie benthique. Les premières portent seulement sur la longueur et la forme des pointes, sur les ornements granuleux des membranes: nous y reviendrons; les autres amènent un changement de forme de toute la cellule marginale.

P. Boryanum est toujours présent dans le planeton de la Loire, à la belle saison, et surtout en Août et Septembre, période des basses eaux. En Août 1929, j'eus l'occasion d'en observer une modification intéressante; la récolte provenait d'un tout petit hâvre, à fond sablonneux, ne communiquant plus avec le fleuve que par un mince filet d'eau; le planeton, apporté par le fleuve, s'était échoué faute d'agitation; on n'avait qu'à le cueillir sur le sable. Les *Pediastrum* me frappèrent tout de suite par leur forme; on devait les rapporter sans hésitation au *P. muticum* Kütz. var. *longicorne* Raciborski. Mais, parmi les formes extrêmes bien nettes, il y avait beaucoup de formes de passage vers le *P. Boryanum* (fig. 51).

RACIBORSKI (187, p. 11 et 12, T. II, fig. 7 et 8), qui a repris l'espèce de KUETZING, la caractérise par la présence, chez les cellules marginales, d'une paroi extérieure rectiligne entre les pointes: chez *P. Boryanum*, la paroi extérieure est concave; chez *P. integrum* Näg., elle est convexe. RACIBORSKI distingue trois variétés :

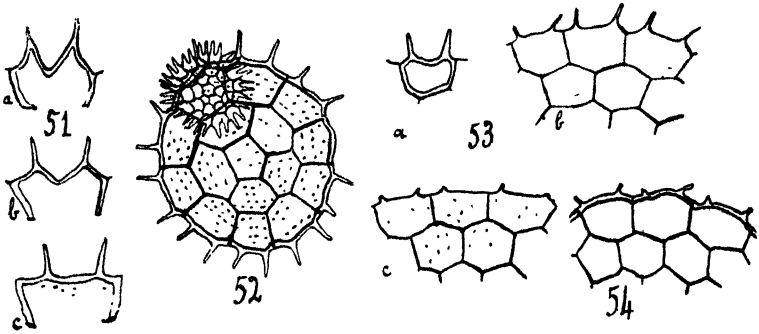


FIG. 51 à 54. — *P. Boryanum* × 500 (51 ×750). Influence de la vie benthique; 51 52 · Loire, plage sablonneuse; 53. 54 · Goulle de Haute-Savoie (récolte de M. Deflandre)

P. muticum Kutz var. *inerme*, sans pointes; var. *brevicorne*, à pointes courtes; var. *longicorne*, à pointes longues.

Il dit (ibid., p. 11) qu'il est difficile de distinguer le *P. muticum* du *P. Boryanum*, quand les deux espèces se trouvent mélangées. On peut se rendre compte de la verité de cette observation par l'examen de la figure 51.

La récolte de la Loire d'Août 1929 fut mise en culture dans de l eau de la Loire; à la fin du même mois, elle donna de nombreuses jeunes colonies, toutes semblables à des jeunes colonies de *P. Boryanum;* j'en ai vu un certain nombre en relation avec la colonie mère (fig. 52). Je fus donc conduit à admettre que le *P. muticum* est une forme modifiée de *P. Boryanum* et à rechercher les causes de cette modification.

Elle consiste essentiellement dans la disparition du lobe vert qui forme la base de la pointe; la partie supérieure hyaline se détache brusquement du corps de la cellule. Nous verrons plus loin que la vie benthique provoque l'atrophie de la pointe, soit en longueur, soit en largeur, la partie verte se développant peu ou pas du tout, tandis que la partie hyaline peut quelquefois rester assez longue.

Or les conditions écologiques, dans lesquelles j'ai trouvé les *P. Boryanum* ainsi modifiés, se rapprochent des conditions réalisées dans les cultures spontanées dans l'eau. Les colonies ne flottaient pas, mais vivaient sur le sable de la petite crique, sous 20 à 30 cm. d'eau.

Deux faits se dégagent des observations précédentes : 1° *P. muticum* Kütz est une forme modifiée de *P. Boryanum;* 2° cette modification est due à une action de milieu.

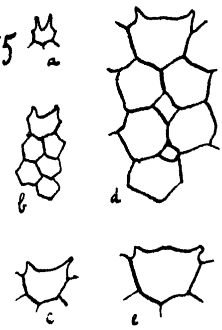
Dans les pêches de plancton, les formes *muticum* et *integrum* font toujours figure de type isolé ou extrêmement rare; il n'en est pas de même, quand on trouve le *P. Boryanum* à l'état fixé, dans des récoltes provenant du grattage des feuilles ou pierres immergées, ou de vases vertes. La forme type ne se retrouve plus que chez les jeunes colonies; les cénobes de taille moyenne et, à plus forte raison, les grosses colonies ont atteint les stades *muticum* et *integrum.*

Il en est ainsi dans une récolte que M. Deflandre m'a aimablement communiquée: elle provenait de la gouille (mare) du Chalet-des Tours, à Le Praz-de Lys (Haute-Savoie) et avait été obtenue par le grattage de plaques de vases vertes submergées. Les *Pediastrum* y étaient abondants et pouvaient être rapportés soit au *P. muticum* Kütz., soit au *P. integrum* Näg.; la paroi de la cellule marginale, entre les pointes, est tantôt rectiligne ou faiblement concave, tantôt plus ou moins convexe; mais le disque est toujours plein (fig. 53 54). N'ayant reçu qu'un échantillon conservé dans le formol, je n'ai pu suivre le développement des organismes; mais les conditions écologiques dans lesquelles se développaient les *Pediastrum* permettent de les considérer comme du *P. Boryanum*, modifié par la vie benthique. En effet, les formes de passage vers le *P. Boryanum* ne manquent pas (fig. 53 *a*) dans la récolte de M. Deflandre; seules, les jeunes colonies, encore au stade *Boryanum* type, sont très rares.

A cet égard, l'échantillon n° 1213 de la collection Rabenhorst (187) est très caractéristique : il provient lui aussi d'un *dépôt* et renferme en grande abondance un *Pediastrum,* rapporté à *P. Boryanum* var. *brevicorne* Br. Les jeunes colonies, abondantes, sont toutes du type *Boryanum* (fig. 55 *a*): les pointes sont relativement longues, mais leur longueur n'augmentera plus; au stade suivant (fig. 55 *b*), on trouve des *brevicorne;* puis la cellule grossit, l'échancrure disparaît entre les pointes; les colonies de taille moyenne appartiennent toutes aux formes *muticum* ou *integrum.* On remarque, chez certaines d'entre elles, une modification curieuse, l'apparition de petits méats; on a fait de cette forme une variété *P. integrum,* var. *perforatum* Rac. (187). L'examen de la récolte en question montre: 1° que les lacunes ne se trouvent jamais sur les jeunes colonies; 2° que leur formation est due au grossissement des cellules du disque, dont les

parois se renflent, s'arrondissent, ce qui provoque un décollement aux angles; 3° que ces cénobes perforés donnent des jeunes colonies sans méats: on peut rencontrer en effet, dans la préparation, des jeunes colonies de *P. Boryanum*, avec pointes assez longues et sans méats, en relation avec des grosses colonies perforées de forme *integrum*. En résumé, toutes les colonies de la récolte appartiennent au *P. Boryanum* et les différentes formes des cénobes sont dues aux actions du milieu et de l'âge.

55



56

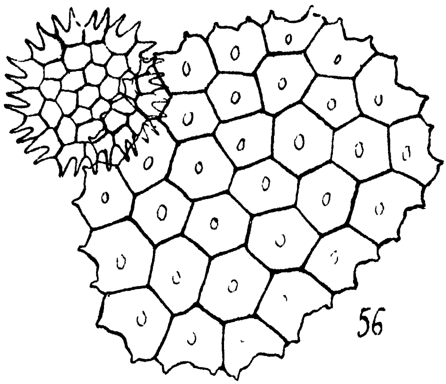


FIG. 55, 56. — *P. Boryanum* × 500 Influence de la vie benthique; 55 : collection Rabenhorst; 56 . cénobe de cultures

B) *Cultures*

C'est sur le *P. Boryanum* qu'il est le plus facile de constater l'influence de la vie benthique, car *P. Boryanum* se développe facilement en culture spontanée: on peut le conserver plusieurs années au laboratoire par des repiquages ou en renouvelant le milieu; c'est l'espèce du genre qui végète le mieux et se multiplie avec la plus grande facilité.

Les jeunes cénobes ont des pointes vertes semblables à celles des colonies du plancton (fig. 56); mais, à mesure que les colonies grossissent, les lobes verts s'enflent, s'arrondissent et restent peu saillants, au lieu de s'aplatir et de s'étendre comme sur les colonies flottantes; ils peuvent même disparaître, en s'incorporant au corps de la cellule, dont le bord libre, plus ou moins rectiligne, est sur-

monté de deux pointes hyalines, plus ou moins longues, qui s'en détachent brusquement (fig. 56, 58).

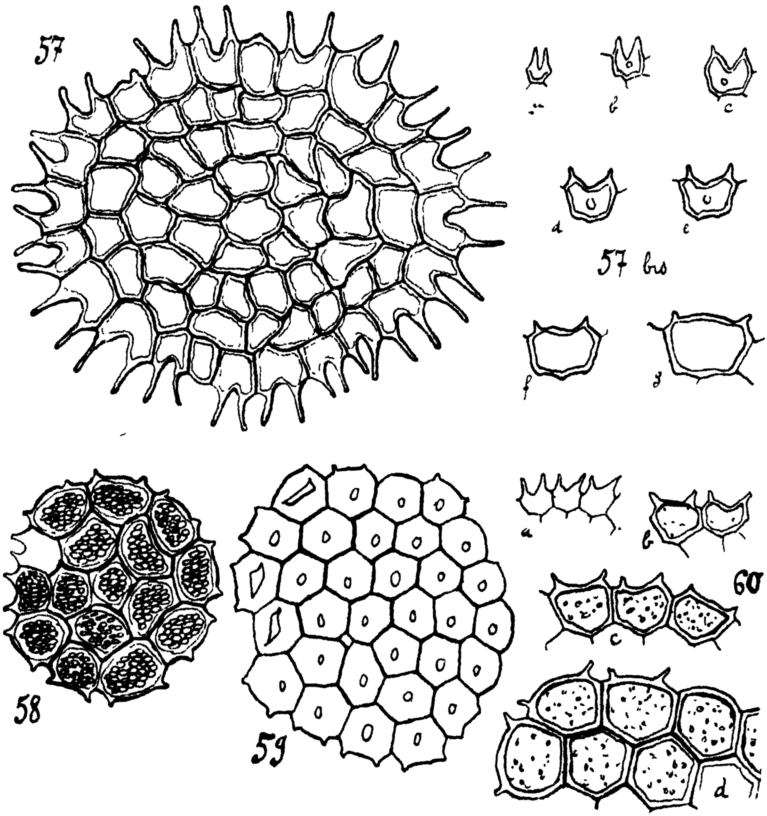


FIG. 57 à 60. — *P. Boryanum* × 500. Influence de la vie benthique, 57 à 59 : cultures ; 60 : collection Rabenhorst

Les figures 58 et 59 correspondent assez bien à ce que les auteurs décrivent sous le nom de *P. integrum* Näg. La première porte, au pourtour, une cellule qui s'est vidée au stade *Boryanum*. Comment séparer cette forme du *P. Boryanum*, quand on la voit représentée par quelques colonies, au milieu d'une masse compacte de colonies de *P. Boryanum* du plus pur type systématique, et quand on suit sur ces cénobes toutes les modifications qui les font passer au type *integrum* ?

Quelquefois l'atrophie de la pointe se manifeste autrement: les pointes hyalines sont très longues; le cénobe ressemble à un *P. glanduliferum*, mais sans boule à l'extrémité des pointes (fig. 57). Ce sont des formes de vieillesse; je ne les ai jamais vues se multiplier dans les cultures.

Quand on suit en culture le développement de jeunes colonies de *P. Boryanum* récoltées dans le plancton, on ne les voit pas toutes arriver au stade *integrum;* certaines seulement s'en approchent par la diminution de l'échancrure et l'élargissement de la base de la pointe (fig. 56). Il arrive assez souvent qu'un, deux, même trois mois après la récolte, la multiplication du *P. Boryanum* devient brusquement très rapide et que la culture se trouve transformée en une bouillie de jeunes colonies de *P. Boryanum :* les observations deviennent alors faciles.

Les jeunes colonies sont semblables à celles du plancton; si l'on suit leur développement, on remarque (fig. 57 bis) qu'arrivées au stade adulte, elles ne diffèrent guère du *P. Boryanum* type que par des pointes plus courtes, à base verte, large et renflée. Elles se multiplient alors activement et, tant que la multiplication végétative reste active dans une culture, les colonies jeunes et adultes s'écartent fort peu, en somme, de la forme *P. Boryanum* type; comme elles sont en forte majorité, les formes vieilles et anormales étant encore rares, l'espèce paraît s'adapter au nouveau milieu sans grande modification de forme. Mais quand, par l'action de causes internes ou de facteurs externes, la multiplication végétative se ralentit et cesse, alors on remarque certaines colonies qui continuent à se développer, grossissent, vieillissent et prennent des formes, qui rappellent soit le *P. muticum*, soit le *P. integrum* (fig. 57 bis). Ces formes apparaissent donc sur les vieilles colonies benthiques; c'est ainsi qu'on les trouve toujours à l'état naturel: j'en fournirai plusieurs exemples.

2. — RENSEIGNEMENTS TIRES DE LA LITTERATURE ALGOLOGIQUE

Tout d'abord, les formes rattachées par Raciborski (187) à l'espèce de Naegeli proviennent des dépôts boueux de la Vistule, aux environs de Cracovie; pour cet auteur, la forme type de *P. integrum*

est celle que l'on peut observer au n° 1435 de la collection RABENHORST; or cet échantillon a été recueilli sur des rochers suintants. RACIBORSKI donne comme caractère spécifique du *P. integrum:* « cellules du pourtour fortement arrondies, pointes courtes et divergentes ». J'ai examiné le n° 1435 de la collection RABENHORST, dans l'exemplaire qu'en possède le laboratoire de Botanique d'Angers. On peut constater (fig. 60) que seules les grosses colonies, granuleuses ou presque lisses, à parois cellulaires épaisses, possèdent ces caractères; les petites colonies sont nettement *Boryanum* et, entre elles et les grosses, on trouve tous les passages. Dans le même échantillon, on peut observer les autres variétés décrites par RACIBORSKI en particulier la variété *scutum,* rare; la variété *Braunianum* f. *brevicornis,* très commune, et f. *longicornis,* rare; ces dernières formes font le passage entre *P. Boryanum* et les colonies à cellules marginales arrondies, qui constituent la forme extrême la plus modifiée.

LUCKS, en 1907 (153), signale le *P. integrum,* forme *granulata* Raciborski, dans le Mutter See, la var. *Braunianum* dans l'Ottominer See. Mais si l'on se reporte au dessin de l'auteur (fig. 61) on constate que le cénobe attribué à l'espèce de NAGELI possède 3 cellules marginales sur 10 qui sont du plus pur *Boryanum.*

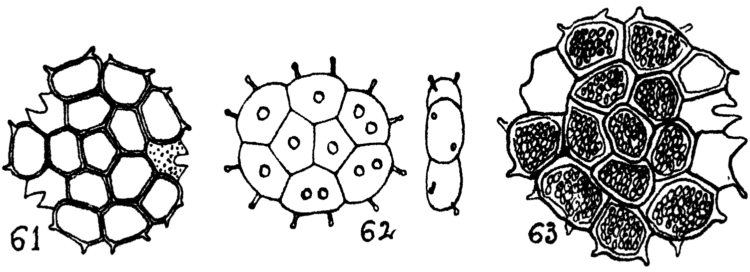


FIG. 61. — *P. Boryanum* (*P. integrum*). D'après Lucks.
FIG. 62. — *P. Boryanum* (*P. Pearsoni* West). D'après West.
FIG. 63. — *P. Boryanum* × 500. Forme de cultures.

NAEGELI (160, p. 97, Tab. V. fig. B 4), a trouvé son *P. integrum* dans des matériaux provenant du grattage de rochers humides.

BENNETT (14, p. 12, tab. IV, fig. 11-13) l'a récolté sur les bords humides d'un puits, à Tintagel; il était abondant, mais manquait partout dans les masses d'eau voisines.

Hansgirg (101, p. 267) détermine *P. Boryanum* var. *integriforme* n. v. une forme trouvée sur les parois d'un bateau prenant l'eau, sur les rives de la Moldau. Le même auteur décrit (102, p. 118) une nouvelle variété du *P. integrum* var. *Tirolense*, d'après des colonies à longues pointes hyalines, récoltées aussi sur les rochers suintants.

En France, *P. integrum* est souvent signalé, mais jamais dans le plancton; Allorge et Denis (5, p. 693) le trouvent sur les bords du lac de Navarosse et de l'étang de Biscarosse avec *P. Tetras* et *P. muticum*. Deflandre (72, p. 999) le récolte dans un suintement, sur un mur, à Morzine (Haute-Savoie). Frémy (83, p. 177, fig. 8) le mentionne dans un échantillon d'une récolte faite sur des pierres schisteuses, au cirque d'Espino (Haute-Garonne).

Nitardy (162, p. 176 en note) dit que si *P. integrum* est si rare dans ses matériaux, c'est qu'ils proviennent de récoltes de plancton.

West, en 1912 (256, p. 19, fig. 31), signale une nouvelle espèce, voisine de *P. integrum* et pouvant être rangée à côté de cette dernière dans la section *Anomopedium* de Braun: *P. Pearsoni* West. Voici la diagnose: Cénobes compacts, *ellipsoïdes*, à 8 cellules (6 + 2), ou à 15 (10 + 5); cellules centrales pentagonales, cellules du bord arrondies, munies de 2 pointes hyalines délicates et terminées par des boules, disposées obliquement; membrane épaisse; un chromatophore avec un ou deux pyrénoïdes. Dimensions: cellules du disque 13-27 μ; cellules du bord 17-30 μ; cénobes 32-68 μ; pointes 2-4-6 μ. Habitat : sur un barrage, dans une rivière. West ajoute que l'espèce n'était pas rare, mais se trouvait la *seule du genre dans la récolte*. Il observe qu'elle se rapproche beaucoup du *P. integrum*, dont elle ne diffère que par les pointes hyalines avec boules et non dans un même plan. Je n'ai pas observé cette forme à l'état naturel; le dessin de l'auteur donne l'impression de colonies à cellules enkystées (fig. 62); mais la colonie de la figure 63, qui provient de cultures, contient des cellules semblables à celles de l'espèce de West. D'ailleurs, il ne faut pas croire que chez *P. Boryanum* les pointes sont toujours dans le plan du cénobe: quand on observe une colonie de profil, on les voit souvent alterner régulièrement de chaque côté du plan de la colonie. Dans ce cas, une cellule marginale de *P. Boryanum*, en se transformant en kyste, deviendra absolument identique à la cellule marginale du *P. Pearsoni*.

Fritsch (87, p. 11, fig. 3), qui a observé la même forme dans des dépôts, la rattache comme variété à *P. integrum*. Les figures qu'il

donne, d'après les stations indiquées, correspondent à des formes plus ou moins benthiques. Sa figure 3 *d* représente une colonie à cellules superposées en deux couches; les cellules de la couche supplémentaire ont deux pointes courtes irrégulièrement distribuées; c'est une forme de *P. Boryanum coelastroïde* (fig. 108 à 110, p. 74), qu'on rencontre fréquemment chez les types fixés et surtout dans les cultures; les colonies étant déformées, les pointes peuvent être dans n'importe quel plan, comme West l'a figuré pour son *P. Pearsoni.*

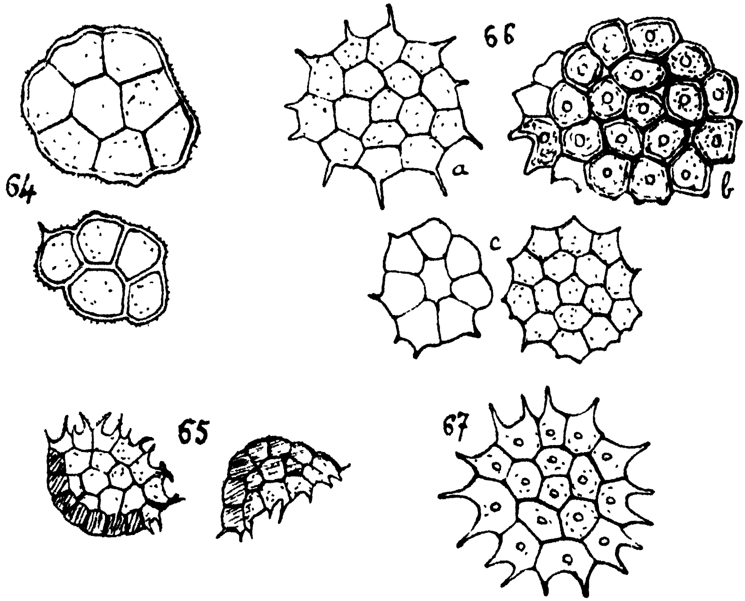


Fig. 64-67. — *P. Boryanum.* Formes benthiques anormales 64 : *P. muticum* var. *inermis* Racib., d'après Wille. 65 : *P. Boryanum* var. *campanulatum* Wille, d'après Wille; 66 : *P. Boryanum* var. *depauperata* Wille, d'après Wille; 67 : *P. Boryanum* × 500. Cénobe de cultures (Récolte du Cher).

Enfin, je signale ici les formes aberrantes du genre *Pediastrum* que Wille (279, p. 432) décrit dans son étude des Algues récoltées au cours de l'expédition antarctique de Drygalski. Ces formes proviennent des îles Kerguelen et ont été recueillies surtout dans des petits trous d'eau sans plancton passif flottant. L'auteur les rattache au *P. muticum* (fig. 64) et au *P. Boryanum;* il crée, pour les dernières deux nouvelles variétés :

P. Boryanum var. *campanulatum* nov. var. (pl. 30, fig. 13 *a, b*). J'ai reproduit ici (fig. 65) un des dessins de l'auteur. Le trait le plus remarquable des cénobes en question, ce qui leur a valu leur nom, c'est de ne plus présenter la forme en disque plan, habituelle aux *Pediastrum*. Ils sont excavés en coupe, comme si la croissance avait été plus rapide dans les cellules centrales que dans les cellules du pourtour. Donner un nom à une pareille anomalie est aussi étrange que d'introduire dans la littérature algologique, comme types d'une variété « appauvrie », des cénobes tronqués, découronnés.

var. *depauperata* nov. var. (pl. 30, fig. 14 *a-d*). Paroi des cellules mince, finement granuleuse; le plus souvent une pointe courte et fine au milieu de la cellule, quelquefois pas de pointe ou deux, comme dans la forme normale. J'ai reproduit (fig. 66) les dessins de l'auteur: on voit que sa figure 14 *d* (ma fig. 66 *c*) représente un disque de 17 cellules sans pointes, portant d'un côté un fragment de pourtour de quatre cellules, dont l'une est du plus pur type *Boryanum*, avec deux pointes; n'est-il pas plus simple de supposer qu'il s'agit d'un cénobe 32-cellulaire de *P. Boryanum*, dont onze cellules du pourtour se sont détachées, que d'établir une nouvelle variété sur un pareil échantillon ? De même l'absence de pointes ou la présence d'une seule pointe au milieu de la cellule du pourtour s'observe quelquefois sur les colonies anormales, déformées ou coelastroïdes de *P. Boryanum* (fig. 67).

Les dessins de Wille que nous avons reproduits ne montrent donc que des caractères accidentels et variables, insuffisants pour qu'on sépare ces colonies du *P. Boryanum*, même pour en faire des variétés, et tels que l'on peut souvent en observer dans les cultures.

En résumé, le type morphologique de *P. Boryanum* doit être cherché dans les cénobes pélagiques: ils ne présentent entre eux que d'infimes variations. Mais l'espèce peut vivre également dans la zone benthique et s'y multiplier: alors apparaissent des variations nombreuses, diverses, d'assez grande amplitude, en particulier celles sur lesquelles les auteurs ont établi les diagnoses des prétendues espèces *muticum* Kütz et *integrum* Näg.

Mlle Olga Troitskaja (248, d'après Bot. Abstr. 14, p. 535, et 249, p. 5-21) a abouti récemment aux mêmes conclusions par la méthode des cultures pures. Elle considère *P. integrum* comme un stade de développement de *P. Boryanum;* les variétés *Braunianum* (Grun.) Nordst. et *Tirolense* Hangs. comme des formes de vieillesse

de *P. Boryanum;* enfin *P. muticum* Kütz. comme une forme adulte de *P. Boryanum,* formant passage entre *P. Boryanum* type et *P. integrum.*

On serait peut-être tenté d'objecter à cette conclusion que toutes les colonies de même âge, récoltées en même temps, dans le même milieu, devraient être approximativement identiques, alors que cette similitude absolue n'existe pas en fait. Pour expliquer la présence de quelque forme aberrante dans une population pélagique homogène de *P. Boryanum,* par exemple, on ne doit pas oublier que la vie des *Pediastrum* n'est pas nécessairement pélagique, que leur croissance et leur développement peuvent s'effectuer également dans la zone benthique. Il suffit alors d'admettre que quelques cénobes de cette dernière zone ont été accidentellement détachés de leur support et entraînés dans la zone pélagique par les vagues, les rames ou la perche du bateau: ils se retrouveront avec leurs caractères spéciaux, au milieu des cénobes du large, d'autant plus différents du type pélagique que leur existence benthique aura duré plus longtemps.

Il n'en reste pas moins très certain que, dans une pêche pélagique, les formes *muticum, integrum,* etc., ne se rencontrent jamais qu'à l'état d'exceptions. Au contraire, dans les dépôts, ces mêmes formes apparaissent en abondance. Leurs caractères sont d'autant plus accusés et plus éloignés du type pélagique que le cénobe est plus âgé. Il est donc difficile d'y voir autre chose que des formes stationnelles, simples produits des actions de milieu.

CHAPITRE TROISIEME

LONGUEUR ET FORME DES POINTES

A. INFLUENCE DE L'AGE

I) *P. duplex*

On sait combien sont nombreuses les variétés de cette espèce; or, les coupures faites par les auteurs se fondent presque toutes sur des différences dans la forme des pointes des cellules marginales. Sans vouloir tout expliquer par l'âge, on peut montrer que la forme de la pointe est en relation avec la taille et l'âge de la colonie.

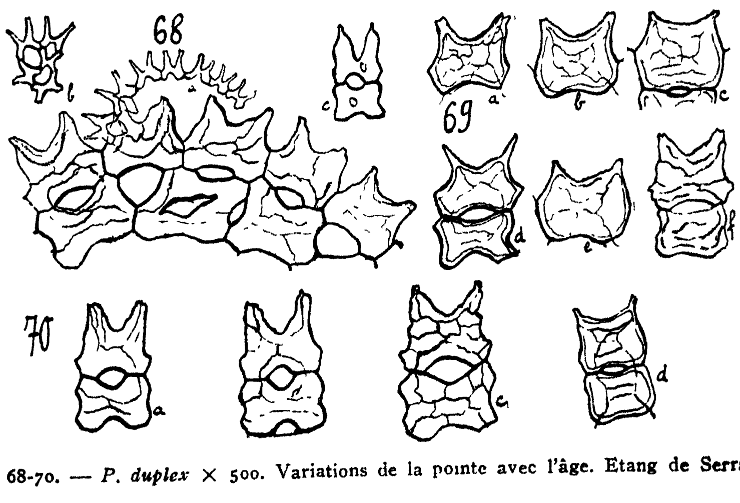


FIG. 68-70. — *P. duplex* × 500. Variations de la pointe avec l'âge. Etang de Serrant.

Nous suivrons d'abord le développement des jeunes colonies dans une même station, afin de noter les variations dues à l'âge dans un même milieu. Dans l'étang de Serrant, à Saint-Georges-sur-Loire, *P. duplex* est extrêmement abondant pendant la belle saison et s'est multiplié dans les récoltes, au laboratoire, avec une grande intensité, pendant plusieurs mois après leur mise en culture.

La figure 68 représente quelques cellules d'une colonie mère 64-cellulaire et de colonies filles; les plus petites sont les plus clathrées: elles ont les pointes minces et longues; sur les cénobes un peu plus gros, on voit les bras des cellules marginales qui s'épaississent et présentent déjà un renflement; ils ont 7 à 9 μ de longueur; on distingue à l'extrémité de la pointe un bouton pectique hyalin. Arrivées à ce stade, les pointes s'allongent peu, mais s'élargissent beaucoup, en même temps que la cellule, dont la membrane s'épaissit et se couvre de plis, souvent anastomosés en réseau.

Les cellules des colonies adultes, dont la taille dépasse alors 100 μ, prennent les formes des figures 69, 70: ces formes diffèrent peu les unes des autres; elles sont extrêmement nombreuses; il est absolument vain d'essayer de classer ces formes et de les grouper en un nombre plus ou moins grand de variétés; car, malgré le grand nombre des divisions établies, il y aura toujours des formes qui n'entreront dans aucune.

Voici les mesures prises sur les colonies de différente taille, dans cette station (mesures prises sur les récoltes fraîches):

I) jeunes colonies: stade *reticulatum,* 32 cellules :

diamètre moyen....................................	55 à 60 μ
pointe, hauteur moyenne..........................	8 μ
lacune, diamètre moyen...........................	6 à 7 μ

II) Cénobes à bras plus ou moins renflés, 32 cellules :

diamètre moyen....................................	80-95 μ
pointe, hauteur moyenne..........................	10 μ
lacune, diamètre moyen...........................	6-7 μ

III) Cénobes adultes à membranes souvent ornées de plis (rarement granuleuses):

32 cellules: diamètre.............................	95-120 μ
64 cellules: diamètre.............................	100-140 μ
pointe, hauteur....................................	10 μ
lacune, diamètre..................................	6 μ

Ces mesures montrent que les bras des cellules s'allongent d'abord, puis s'épaississent et se renflent. Les différentes formes de *P. duplex* observées dans cette station ne sont donc pas des variétés

d'une même espèce, mais correspondent à différents stades du développement de la plante: ce sont des formes d'âge.

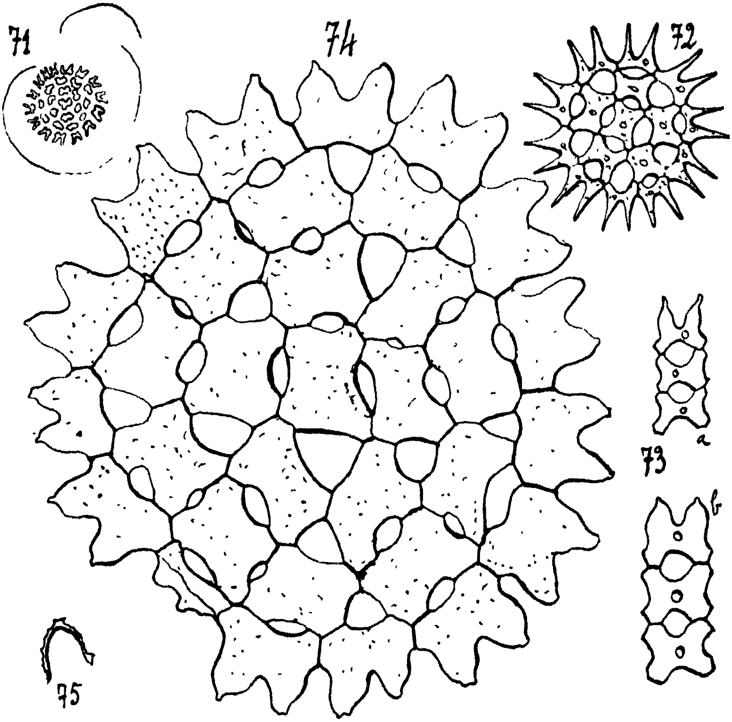


FIG. 71, 75. — *P. duplex* × 500 (75, × 750). Variations de la pointe avec l'âge. — Etang du Malaguet.

On peut en avoir une preuve indirecte dans la différence que l'on observe chez les *P. duplex*, quand on compare une récolte faite à la fin de la belle saison, en octobre ou novembre, à une pêche de mai ou juin. Dans cette dernière les colonies largement clathrées abondent, la multiplication est active. En octobre, au contraire, et pendant l'hiver, la multiplication ayant cessé ou étant peu active, on trouve surtout des colonies adultes et des vieilles colonies à grosses cellules de forme variable, avec membranes épaisses et plissées. Il en est de même dans toutes les stations où l'espèce se multiplie sur place (1).

(1) Dans les fleuves et rivières, on trouve au contraire un mélange de formes d'origines diverses.

On peut dire que la même station, à la même époque, fournit la même forme de *P. duplex* (on peut ajouter: la même forme d'une espèce donnée de *Pediastrum*). Je dirai même que l'habitude que j'ai des *P. duplex* de notre région me permet, dans bien des cas, de deviner la nature de la station, rien qu'à l'examen de la plante.

Dans l'étang du Grand Malaguet, près de Chaumont, au nord d'Angers, *P. duplex* est aussi très abondant et l'observation du développement de la plante amène aux mêmes conclusions. La figure 71 montre une jeune colonie dans sa vésicule, la figure 72 une jeune colonie libre (2). On remarquera la grandeur relative des pointes et des méats. Chez les colonies plus grosses la pointe se renfle (fig. 73) et peu à peu on arrive aux grosses colonies (fig. 74), souvent si abondantes à l'automne et pendant l'hiver dans le plancton de l'étang: elles se distinguent de celles de Serrant par les ornements des membranes, qui sont des granulations et non des plis.

La figure 75 montre une pointe, avec son revêtement pectique dentelé, terminé par un bouton hyalin aplati.

Voici les mesures prises sur les colonies (en μ):

	Diamètre du cénobe	Hauteur de la cellule marginale	Largeur de la cellule marginale	Longueur de la pointe	Largeur de la pointe à la base	Diamètre moyen d'un méat
Jeune cénobe largement clathré	45	9	9	7	1 à 2	6
Colonie adulte	75	16	15	10	5	7
Vieille colonie	120	18	22	10	10	7

La croissance se fait donc comme nous l'avons déjà vu plus haut: allongement des pointes et des bras des cellules, puis épaississement et élargissement de ces mêmes éléments. Elle entraîne une modification progressive de la forme de la pointe.

(2) Récolte du 17 mai 1928, communiquée par M. Martin; les jeunes colonies de *P. duplex* étaient très abondantes.

II) *P. simplex*

Les variations de la forme de la pointe et de la cellule marginale en fonction du développement de la colonie ont une grande ampleur chez *P. simplex*.

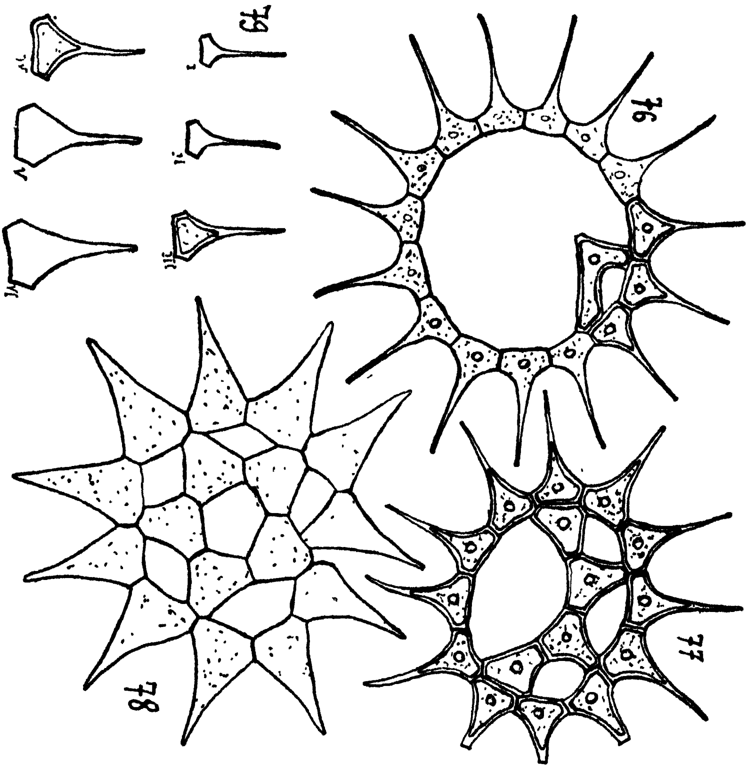


FIG. 76-79. — *P. simplex* × 500. Variations de la pointe avec l'âge. Etang de St-Nicolas.

a) On comparera d'abord entre elles des *colonies largement clathrées*, provenant d'une même station, afin d'éliminer les actions de milieu et les modifications tenant à l'organisation interne des colonies.

Le phytoplancton de l'Etang Saint-Nicolas, près d'Angers, a fait l'objet d'un travail de M. BIORET (21). Au sujet du *P. simplex*, il s'exprime ainsi (p. 19, 20) : « Les cellules périphériques ont leurs

faces libres plus ou moins concaves ou convexes; de même les cellules de l'intérieur laissent entre elles des lacunes plus ou moins grandes, parfois nulles; d'après LEMMERMANN, il s'agirait d'espèces différentes. Toutes les formes de transition se rencontrent dans l'étang et j'ai l'impression très nette que la variété de formes n'est souvent qu'une question d'âge de la colonie: les cellules ont les bords d'autant plus concaves que la colonie est plus jeune ». Reprenant la question au point où l'avait laissée M. BIORET, j'ai cherché à préciser la relation entre la taille des colonies et la forme de la cellule marginale; sur des cénobes d'un même nombre de cellules et de même organisation, j'ai effectué les mesures suivantes (fig. 79):

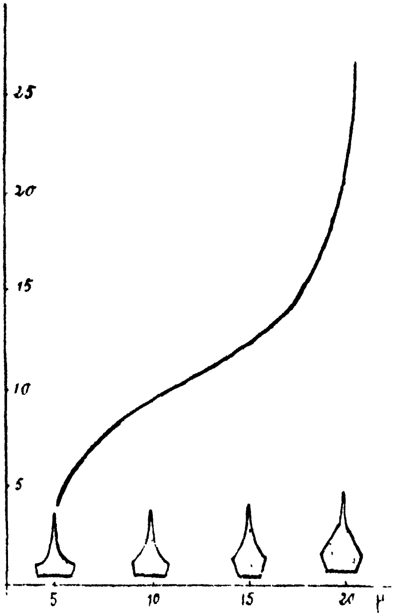
Cénobes 16-cellulaires (12 + 4):

d = diamètre du cénobe, pointes comprises
h = longueur de la cellule marginale
p = longueur de la pointe (base verte et extrémité hyaline)
b = hauteur de la base de cellule marginale (b = h — p)
l = diamètre du disque.

(les mesures sont données en μ)

Cénobes	I	II	III	IV	V	VI
d	60	72	90	103	120	130
h	20	23	25	28	34	35
p	17	20	21	22	26	27
b	3	3	4	6	8	8
l	20	26	40	47	52	60

Ces mesures montrent que, des divers éléments envisagés, c'est la pointe de la cellule marginale qui s'accroît le moins; alors que le diamètre de la colonie s'accroît dans une proportion égale à $\frac{130}{60} = 2,165$, l'allongement de la pointe est : $\frac{27}{17} = 1,585$.



COURBE 4

P. simplex. Formes clathrées. — Variation avec l'âge du rayon de courbure de la paroi de la cellule marginale. En abscisse, largeur de la cellule marginale à la base de la partie libre; en ordonnée, rayon de courbure. Les dimensions respectives des cellules n'ont pas été conservées).

Mais si la pointe s'allonge peu, sa forme se modifie beaucoup, comme on le voit sur les figures 76 à 79. A mesure qu'elle grossit, les parois se renflent et tendent à devenir rectilignes, voire même convexes: la courbe 4 exprime la variation du rayon de courbure du bord externe de la cellule marginale en fonction de la largeur de cette cellule à la base de la pointe; pour une largeur de 20 μ en moyenne, les parois sont sensiblement rectilignes.

b) *formes à lacunes plus petites et formes à disque plein.*

Le développement de la pointe n'aboutit pas toujours à la forme de la figure 78; il reste souvent, à sa partie supérieure, un style hyalin, dont la longueur est variable; la partie inférieure de la pointe est alors de forme triangulaire et verte, avec parois externes concaves, droites ou convexes, caractères sur lesquels s'appuient les auteurs pour déterminer les espèces et variétés dans le groupe du *P. simplex.*

A l'examen des figures 80, 81, on remarquera d'abord qu'on a tous les passages, au point de vue de la pointe, entre les formes de la figure 78 et de la figure 81, qui sont des formes extrêmes,

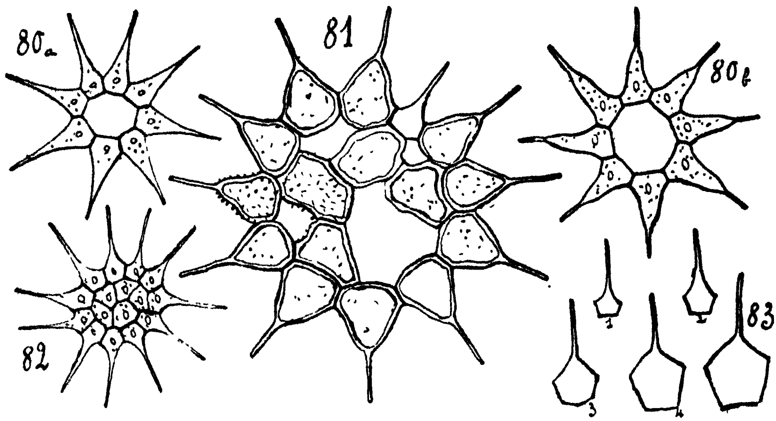


Fig. 80-83. — *P. simplex* × 500. Variations de la pointe avec l'âge. 80 : Cher; 81 : cultures (Serrant); 82 : Jard. bot. Tours; 83 : cellules marginales de cénobes non clathrés (origine diverse).

Pour le moment, je me borne à montrer que, dans les colonies à cellules marginales, munies de pointes styliformes et hyalines, le développement de la cellule marginale se fait comme dans les autres colonies, et que les parois de la base verte et triangulaire de la pointe sont successivement concaves, rectilignes et convexes, suivant l'âge.

La forme de la figure 81 provient d'une culture d'une pêche de l'étang de Serrant; si on la compare aux cénobes de la figure 7 (p.17), qui ont la même provenance, on se rend compte immédiatement de la façon dont se modifient la cellule marginale et les cellules du disque, à mesure que croît la colonie: au premier stade (fig. 7 *b*), les parois cellulaires sont fortement concaves, la pointe est presque entièrement verte, la base commence un peu à se renfler; au deuxième stade (fig. 7 *a*) la cellule marginale a ses parois rectilignes et le corps cellulaire vert est surmonté d'un style hyalin; au dernier stade (fig. 81), les parois sont devenues convexes, la cellule marginale est piriforme et du type *ovatum* des auteurs: on voit que ce prétendu caractère spécifique n'est qu'un caractère de vieillesse.

On peut faire la même constatation sur les colonies de *P. simplex* du n° 524 de la collection Wittrock et Nordstedt. Tous les cénobes sont clathrés, les cellules des jeunes ont les parois très concaves: on devrait les rapporter au *P. clathratum* (Schr.) Lemm.;

au contraire, les grosses colonies ont des cellules marginales arrondies et piriformes: elles devraient être rapportées à *P. ovatum* Lemm. ou à *P. Sturmii* Reinsch, d'après BORGE (39, p. 9); or on voit tous les passages d'une forme à l'autre, on suit le renflement de la paroi d'une colonie plus petite à une colonie semblable, mais plus grosse. Tous les cénobes doivent être rattachés à la même espèce.

La forme pleine de la figure 82 est moins répandue dans le plancton que les formes clathrées; cependant elle domine dans le petit étang du Jardin botanique de Tours, où elle n'est accompagnée que de formes à petites lacunes.

Les parois externes des cellules marginales des jeunes colonies sont très concaves (fig. 82). Sur les cénobes 16-cellulaires (11 + 5), avec ou sans petits méats, j'ai pris les mesures suivantes (fig. 83):

d = diamètre de la colonie en μ
h = hauteur de la cellule marginale
p = longueur de la pointe
b = hauteur de la base de la cellule marginale
l = diamètre du disque.

d	55	70	80	96	105
h	20	24	26	33	35
p	17	20	20	24	25
b	3	4	6	9	10
l	15	22	26	30	35

Ces chiffres et les dessins qui les accompagnent montrent comment se modifie la cellule marginale en grandissant: les deux parties de la pointe s'individualisent, sans que la longueur totale augmente beaucoup; les parois de la partie inférieure se renflent de plus en plus; enfin le corps cellulaire s'accroît beaucoup en hauteur. Les différents aspects de la cellule marginale correspondent à des stades d'âge et ne présentent rien d'héréditaire et de fixe.

En résumé, il est établi que la forme de la pointe, et même de la cellule marginale tout entière, varie avec l'âge chez *P. simplex;* en particulier, la forme concave, rectiligne, ou convexe des parois de la pointe n'a aucune valeur systématique.

B. INFLUENCE DU MILIEU

I) *Milieux naturels*

Nous avons vu, au chapitre premier, que l'aptitude d'une colonie à flotter était proportionnelle à sa surface et que l'on pouvait considérer la disposition des cellules dans un plan, ainsi que la présence de pointes au pourtour, comme des adaptations au flottement; on pouvait donc prévoir que, dans une même station, les colonies flottantes auraient des pointes plus longues que les colonies fixées.

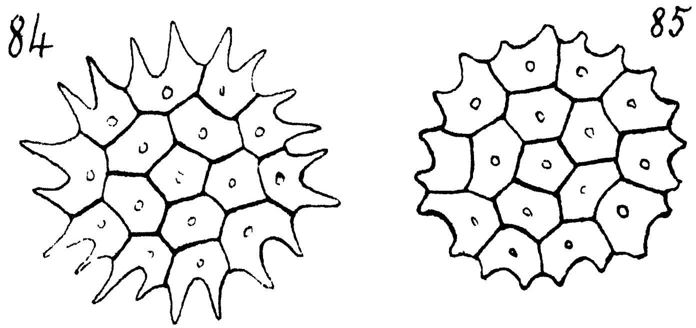


Fig. 84, 85. — *P. Boryanum* × 500. Jard. bot. de Tours. 84, planctonique; 85, benthique.

C'est ce que l'observation a confirmé d'une manière frappante en ce qui concerne *P. Boryanum*, dans le petit étang du Jardin botanique de Tours; les figures 84, 85 montrent deux colonies 16-cellulaires de *P. Boryanum*, récoltées le même jour; la première provient du plancton, la deuxième des vases, par 80 cm. de profondeur, où *P. Boryanum* est toujours assez abondant. Le cénobe qui ne flotte pas a des pointes très courtes; les lobes verts sont massifs et arrondis, non aplatis et élancés comme dans les colonies qui flottent.

De plus, l'agitation de la masse d'eau doit favoriser le développement de la pointe: nous allons voir que, chez *P. simplex*, la variation de la longueur de la pointe avec l'agitation du milieu confirme également bien l'hypothèse. Nous comparerons ici des cénobes à disque plein. La figure 86 représente une colonie 8-cellulaire pro-

venant de la collection Wittrock et Nordstedt, n° 235 (récolte de Thuret, à Rentilly); la récolte a été obtenue par grattage de la surface des feuilles immergées; les colonies se sont développées fixées, on voit que la longueur de la pointe n'est pas sensiblement supérieure à la hauteur du corps cellulaire: hauteur de la pointe = 9 μ environ.

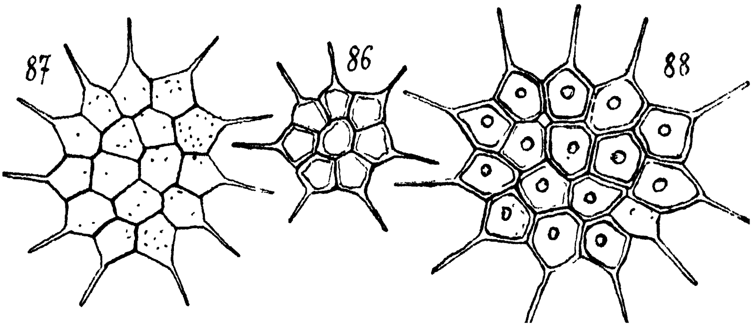


Fig. 86-88. — *P. simplex* × 500. Formes non clathrées — 86 : benthique (Rentilly, Thuret), 87 : planctonique (Jard. bot. Tours), 88 : planctonique (St-Nicolas).

Le cénobe de la figure 87 provient de l'étang du Jardin Botanique de Tours: c'est une colonie flottante; les pointes sont plus longues que le corps cellulaire, qui n'est pas plus haut (environ 9 μ) que celui des cellules marginales du cénobe de la figure 86; elles atteignent 13 à 14 μ. Comparons ce cénobe à celui de la figure 88 (les mesures sont données en μ):

	fig. 87	fig. 88
diamètre de la colonie avec pointes.............	75	100
diamètre du disque........................	30	35
hauteur de la cellule marginale................	24	33
hauteur de la pointe hyaline..................	13	20

Les deux colonies diffèrent par la taille et la différence des diamètres des colonies tient, pour une large part, à la différence de longueur des pointes. Elles sont beaucoup plus longues dans le cénobé de la figure 88. Or ce dernier vient de l'étang Saint-Nicolas, qui a, d'après M. Bioret (21, p. 17), par ses eaux profondes et agitées, les caractères d'un lac (présence d'*Attheya Zachariasi* Brun). Au contraire le petit étang du Jardin botanique de Tours est peu profond, abrité et peu agité. Donc l'influence du milieu sur les pointes

tend à les rendre d'autant plus longues que le milieu est plus étendu et plus agité.

Comme nous avons vu, au Chapitre I, l'influence de l'agitation de l'eau sur la grandeur des lacunes, on peut conclure de ce qui précède que le milieu règle chez *P. simplex* la longueur des pointes, la grandeur des lacunes et la forme de la cellule marginale: voilà qui nous permet d'expliquer les différences de forme du *P. simplex*

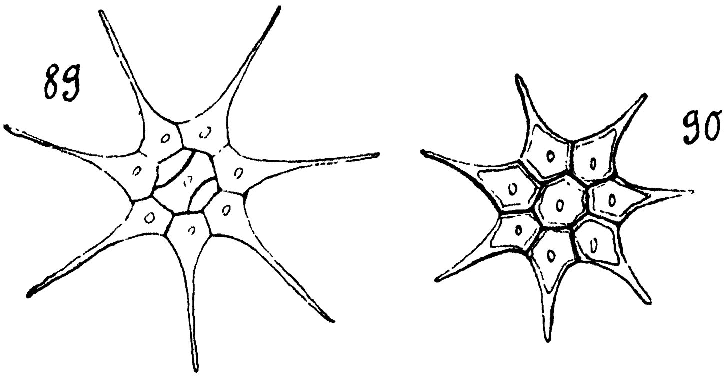


Fig. 89, 90. — *P. simplex* × 500. Cénobes planctoniques. — 89, St-Nicolas; 90, Jard. bot. de Tours.

type de l'étang Saint-Nicolas, qui est un petit lac (fig. 89), et du *P. simplex* type de l'étang du Jardin botanique de Tours, qui est une grande mare (fig. 90). Pour Lemmermann, et les auteurs qui le suivent, on a là deux espèces: or les colonies diffèrent :

1° par le disque clathré chez l'une, plein chez l'autre: c'est une action de milieu (Chapitre I);

2° par la longueur des pointes : c'est encore une action de milieu;

3° par la forme des cellules marginales, dont la base est plus large sur le cénobe de l'étang Saint-Nicolas, plus étroite et plus haute sur celui de l'étang du Jardin de Tours; mais qui ne voit que dans la première colonie, le disque étant plus large à cause des lacunes, les cellules marginales ont dû élargir leur base pour faire le tour; tandis que dans la deuxième, elles avaient la facilité, à cause de la petitesse du disque plein, de se développer en hauteur et de se souder plus longuement les unes aux autres ?

II) *Cultures spontanées*

Chez *P. duplex*, les modifications des pointes sont variées et de grande amplitude, les formes des cultures sont très éloignées de la forme planctonique type. On observe :

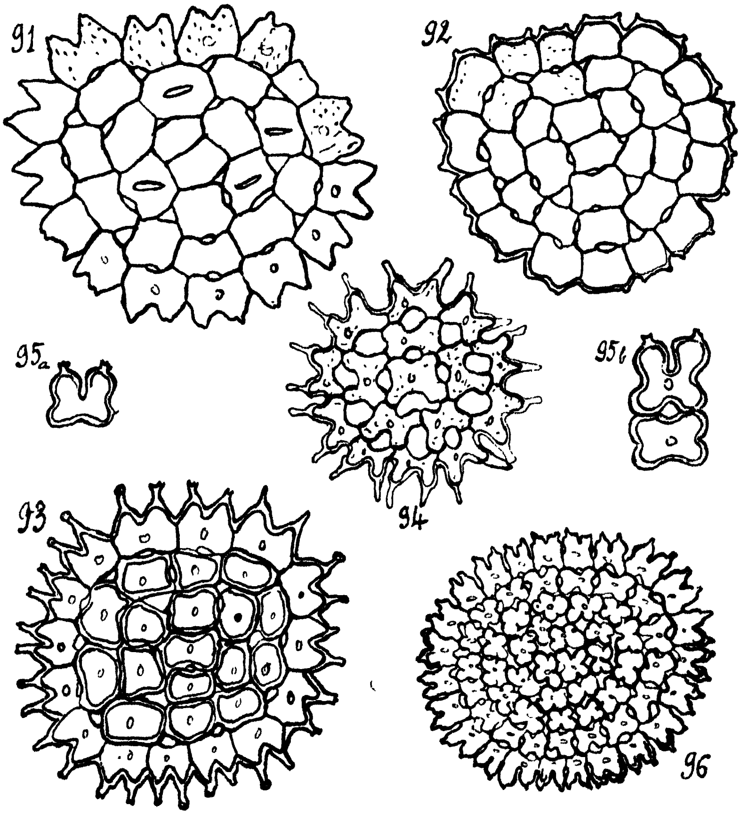


Fig. 91-96. — *P. duplex* × 500. Formes de cultures. — 91, 92 Malaguet; 93, Cher; 94-96, Jard. Bot. de Tours.

1° des pointes fortement *élargies* (fig. 91, 92) à tel point que les deux se fusionnent, n'en formant plus qu'une, qui reste surmontée ou non de deux petits boutons hyalins. Le cénobe de la figure 92 représente assez bien la variété *brachylobum* Braun.

2° des pointes plus ou moins élargies, surmontées d'une *longue*

pointe hyaline, cylindrique, mince, tronquée ou *capitée* (fig. 93, 94): on a alors la variété *cornutum* Raciborski.

3° des pointes arrondies dans leur partie supérieure avec étranglement à la base (fig. 95, 96). LUCKS a fait de cette forme la variété *rotundatum*. Les bras des cellules du disque sont quelquefois modifiés de la même façon et l'on a le curieux cénobe de la figure 96.

Cette variété dans les modifications des pointes porte à croire que la vie benthique n'en est pas la seule cause; quelles sont les autres ? Je l'ignore; je pense qu'il s'agit de changements très petits dans la composition chimique du milieu. Quoi qu'il en soit, il est certain qu'il n'y a rien d'héréditaire dans ces modifications.

Chez *P. biradiatum*, j'ai observé des modifications analogues; mais, cette espèce étant plus difficile à cultiver, mes observations sont beaucoup moins nombreuses; j'ai cependant souvent constaté l'élargissement des pointes, leur *renflement* au sommet, ou l'apparition d'une *pointe supplémentaire hyaline*, mince et fragile (fig. 97, 98).



FIG. 97, 98. — *P. biradiatum* × 500. Formes de cultures (Serrant)
FIG. 99. — *P angulosum* × 500. Formes de cultures (Serrant).

Enfin, chez *P. angulosum*, les lèvres ont aussi tendance à se renfler; la figure 99 *a* montre une colonie trouvée dans une culture d'une récolte de l'étang de Serrant: les lèvres de l'échancrure sont épaisses, arrondies et surmontées d'un large bouton hyalin. Dans une récolte faite à l'étang de Serrant, le 20 Avril 1932, j'ai observé, le 24 Juin suivant, des colonies de *P. angulosum* modifiées, au point d'être méconnaissables. Les lèvres étaient si fortement renflées que l'échancrure était presque fermée; souvent elles portaient une pointe hyaline, plus ou moins longue, mince et quelquefois légèrement capitée; la membrane ne porte plus de plis (fig. 99 *b*). La culture qui contenait ces formes si aberrantes avait été faite dans de l'eau de

la Loire; j'avais, par ailleurs, suivi le développement d'une culture de même récolte dans l'eau de l'étang: *P. angulosum* était beaucoup plus abondant et beaucoup moins modifié; mais les modifications étaient les mêmes: élargissement, renflement des lèvres, pointes hyalines surajoutées, absence de plis.

On voit que plus le milieu est différent du milieu naturel, plus les modifications des colonies sont nombreuses, rapides et profondes; mais il est certain que c'est le brusque passage de la vie planctonique à la vie benthique qui est le facteur dominant de ces transformations; le rôle des éléments chimiques est probable, mais difficile à déterminer.

CHAPITRE QUATRIEME

NOMBRE ET DISPOSITION DES CELLULES DE LA COLONIE COLONIES CŒLASTROIDES POINTES DANS DIVERS PLANS

A. NOMBRE DE CELLULES

Le nombre des cellules est régulièrement une puissance de 2 : on trouve des colonies à 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 cellules; on peut affirmer que les cénobes qui possèdent un nombre de cellules différent en ont perdu, soit que les corpuscules n'ont pas trouvé de place dans le plan au moment de la formation de la colonie (cellules du disque), soit que des cellules se sont détachées au cours de la croissance du cénobe (cellules marginales).

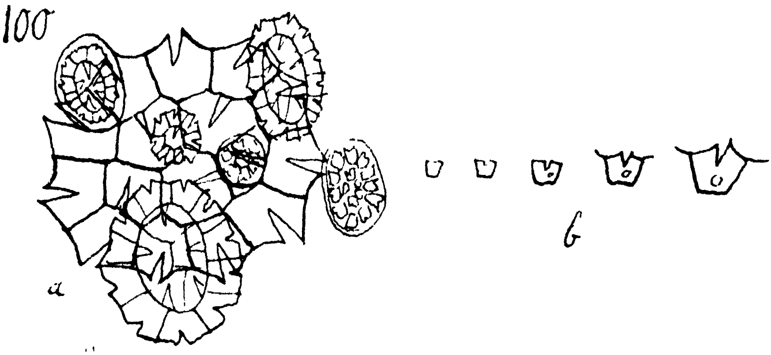


FIG. 100. — *P. Tetras* × 500. *a*) Cénobe en multiplication, *b*) Variations de la cellule marginale avec l'âge.

Cependant certains auteurs (WILLE, 279, p. 432) ont donné des nom nouveaux à des cénobes incomplets, plus ou moins privés de leur pourtour. Jamais je n'ai rien observé de semblable chez les jeunes colonies: les cellules sont toujours au complet.

Quelques algologues suivent encore BRAUN qui distingua (45, p. 97, Tab. V) un *P. Ehrenbergii,* pour les colonies de *P. Tetras* à 8

ou 16 cellules, et un *P. Tetras* (Ehr.) Ralfs, pour les colonies 4-cellulaires. SCHMIDLE (197, p. 5, fig. 3, 4) a tenu compte du nombre des cellules (4, 8, 16) pour la détermination de la variété *alpina* et des formes *simplex, evoluta,* chez *P. Braunii.*

La logique voudrait dans ce cas qu'on fit, pour un type donné, autant d'espèces, ou du moins de variétés, qu'on peut trouver de nombres différents de cellules dans les colonies; pour *P. Tetras,* par exemple, on aurait une espèce pour les colonies à 4 cellules, une seconde pour les colonies à 8 cellules, etc. La figure 100 représente une colonie de *P. Tetras* 16-cellulaire, avec 6 colonies filles, dont deux à 8 cellules. J'ai constaté le même phénomène (V. troisième partie) chez *P. duplex, Boryanum, angulosum, simplex.* Cela suffit à montrer que le nombre des cellules dans la colonie n'est pas héréditaire et qu'il ne faut pas en tenir compte en systématique.

Nombre de cellules dans la colonie	4	8	16	32	64	128	256	512
P. simplex	°	O	O	o				
» *Kawraiskyi* .	°	o	O	O				
» *Boryanum* ..	•	o	O	O	O	o	•	•
» *angulosum* .	•	•	o	o	O	O	•	
» *duplex*	•	o	O	O	O	o		
» *biradiatum* .	•	o	O	O	•			
» *Tetras*	O	O	o	•				
» *Braunii*	o	O	o					

FIG. 101. — Tableau comparatif de fréquence des cénobes 4 —, 8 —, 16 —... cellulaires chez les espèces de *Pediastrum.*

J'ai réparti dans le tableau ci-dessus (fig. 101) les colonies des diverses espèces suivant le nombre des cellules. L'examen de ce tableau permet tout de suite d'affirmer les différences héréditaires

des diverses espèces. Trois espèces, *P. Boryanum, P. angulosum* et *P. duplex,* ont la propriété de former des colonies à 64, 128, voire 256 cellules, mais ne donnent que peu de colonies à 8 cellules, surtout *P. angulosum,* et très rarement des colonies à *4 cellules.* Au contraire, deux espèces, *P. Tetras* et *P. Braunii,* donnent surtout des colonies à 4, 8 et 16 cellules. Quant aux trois autres espèces, *P. simplex, P. Kawraiskyi, P. biradiatum,* elles donnent surtout des colonies à 8, 16 et 32 cellules, avec un maximum plus ou moins net pour les colonies à 16 cellules; de sorte que les colonies à 16 cellules sont les plus nombreuses dans le genre *Pediastrum.*

Le cas que l'on observe le plus souvent dans la multiplication végétative, c'est celui où la colonie fille a le même nombre de cellules que la colonie mère (V. 3e partie, fig. 159); mais chez toutes les espèces, chez lesquelles j'ai pu voir des cas de multiplication végétative, j'ai observé des cas de réduction et des cas d'augmentation du nombre des cellules: ces cas sont fréquents chez *P. Boryanum.* J'ai donc été amené à chercher les causes de cette variation.

a) *Observations dans les milieux naturels*

Dans l'étang du Jardin botanique de Tours, j'ai déterminé, à différentes époques de l'année, les nombres de colonies à 8, 16, 32 et 64 cellules, contenus dans 100 colonies de *P. Boryanum.*

	17/10/1929	7/12/1928	12/3/1930	Total des 3 récoltes	27/4/1929 (1)	29/5/1929 (2)	30/9/1930 (3)	Total des 3 récoltes
Colonies à 8 cellules	3	8	7	18	1	3	2	6
16 cellules	49	62	57	168	31	54	37	122
32 cellules	47	30	35	112	65	42	61	168
64 cellules	1	0	1	2	3	1	0	4
	100	100	100	300	100	100	100	300

(1) Début de l'envahissement de la zone planctonique par les jeunes colonies.

(2) Fin de la période de prédominance de *P. Boryanum* dans la zone planctonique.

(3) *P. Boryanum* très abondant.

Sans vouloir trop solliciter ces chiffres, on peut en extraire les faits suivants :

1° Les colonies à 16 et à 32 cellules sont toujours nettement prédominantes; les colonies 8-cellulaires sont rares, celles à 64 cellules isolées; quant aux colonies à 4 et à 128 cellules, elles ne sont que tout à fait exceptionnelles: je n'ai pas souvenir d'en avoir rencontré plus de 3 ou 4 en cinq ans.

2° Dans l'étang du Jardin botanique de Tours, les colonies de *P. Boryanum* à 16 cellules dominent d'octobre à mars. Au contraire, d'avril à septembre, les colonies 32-cellulaires l'emportent. De plus les colonies à 32 cellules deviennent brusquement prédominantes lorsque *P. Boryanum*, en fin d'avril, commence à se multiplier rapidement et à devenir commun dans le plancton. A la fin de mai, on a de nouveau une prédominance des colonies 16-cellulaires; en août, au moment où *P. Boryanum* est de nouveau très commun, nouvelle prédominance des colonies à 32 cellules.

Cette variation peut être expliquée de la façon suivante. On sait que la division des noyaux débute de bonne heure chez *P. Boryanum:* CHODAT et HUBER (58, p. 3) ont montré que les cellules des jeunes colonies étaient polynucléées. On peut concevoir que, pendant l'hiver, la multiplication étant très ralentie, la division nucléaire se poursuit plus loin et qu'au printemps les premières colonies qui se multiplient contiennent un grand nombre de cellules a 32 noyaux, donnant des colonies à 32 cellules; ensuite, la multiplication devenant rapide, de nouveau les colonies 16-cellulaires prédominent; en août, nouvelle poussée de l'espèce, après une accalmie dans la multiplication, et nouvelle prédominance des colonies à 32 cellules.

En d'autres termes, étant admis que les dimensions des zoospores sont toujours sensiblement les mêmes, leur nombre doit varier avec le volume de la cellule. Si l'on assimile la cellule à une sphère, il suffit que le rapport des diamètres de deux cellules soit de 1,3 environ pour que le rapport des volumes soit de 2, donc pour que le nombre des zoospores soit double. Des différences de taille de cet ordre, dans les cellules d'un même cénobe adulte, n'ont rien d'exceptionnel. Elles sont encore plus fréquentes d'un cénobe à un autre, à la même époque de l'année ou mieux à diverses époques. Dans une période favorable au développement et à la multiplication, les cénobes sporulent dès qu'ils sont adultes; quand la sporulation n'est plus

favorisée par les conditions extérieures, le cénobe vieillit, ses éléments continuent à grossir: ils donneront, à la sporulation suivante, de jeunes cénobes à cellules plus nombreuses. Le cas extrême est réalisé chez les kystes, remarquables par leur grande taille, qu'on rencontre en hiver dans les dépôts et qui germent au printemps, en donnant presque toujours quatre cénobes chacun, ou un nombre de zoospores équivalent.

Peut-être aussi la variation de la valeur nutritive du milieu amène-t-elle une variation dans le nombre des colonies à 16 et à 32 cellules, comme on pourrait le déduire des observations faites sur des cultures.

Il en est de même du *P. duplex*, dans la station considérée, et le même fait s'observe dans toutes les stations. Mais ce ne sont pas toujours les nombres 16 et 32 qui prédominent dans la formation des colonies. Ainsi à Serrant, si l'on considère les espèces *P. Boryanum, P. angulosum* et *P. duplex*, on trouve que ce sont les colonies 32 et 64-cellulaires qui sont nettement prédominantes; si, chez *P. Boryanum*, les colonies 16-cellulaires sont encore nombreuses, chez *P. angulosum* et *P. duplex* elles sont très rares, alors que les colonies de 128 cellules sont fréquentes. Le milieu paraît donc avoir une influence sur le nombre des cellules dans les colonies; peut être y a-t-il un taux de matières nutritives correspondant à la prédominance d'un ou deux nombres de cellules par colonie.

b) *Observations sur des cultures*

Dans les cultures spontanées provenant de l'étang du Jardin botanique de Tours, *P. Boryanum* se multiplie abondamment. On observe, tout au moins au début, comme dans le milieu naturel, une forte prédominance des colonies à 16 et à 32 cellules. Mais si l'on cultive l'Algue dans l'eau de l'étang, additionnée de nitrate de potasse dans la proportion de 0,10 0/00, on observe bientôt un arrêt presque complet de la multiplication; on trouve alors de grands cénobes à 64 cellules, plus rarement à 128; j'en ai même observé un de 256 cellules, d'un diamètre de 260 μ. De plus, les colonies normales présentent souvent de gros kystes, qui, nous le verrons, germent en donnant deux ou quatre colonies. On peut donc admettre que la forte proportion de nitrate de potasse (40 à 50 fois la dose que l'on trouve dans l'eau de l'étang) amène la formation de grosses

colonies à nombreuses cellules. Je n'ai jamais constaté l'augmentation de la proportion de cet élément dans l'eau de l'étang, au moment ou *P. Boryanum* commence à se multiplier activement et où l'on voit une prédominance des colonies 32 cellulaires; mais on trouve à ce moment une plus forte dose de matières organiques, origine des nitrates (V. 4e partie).

D'autre part, j'ai observé assez souvent des cas de réduction du nombre des cellules chez *P. Boryanum* en culture, provenant de l'étang du Jardin botanique de Tours, sans avoir jamais pu déterminer les causes du phénomène, ni le provoquer quand je le voulais; seulement, toutes les fois que les colonies 8 cellulaires devenaient nombreuses et qu'on trouvait quelques colonies à 4 cellules, en même temps que disparaissaient les colonies à 32 cellules, on pouvait constater que la multiplication restait active, mais que beaucoup de colonies présentaient des cellules envahies par des gouttelettes d'huile. De plus il ne se formait pas de kystes. D'après certains auteurs, ces phénomènes s'expliqueraient par une diminution de la valeur nutritive du milieu; je ne suis pas en mesure de me prononcer; j'ai vu cependant le phénomène de réduction dans le nombre des cellules se produire dans des vieilles cultures reprises par l'eau distillée et en voie d'assèchement, ce qui correspond évidemment à un appauvrissement nutritif du milieu. Cette explication a aussi l'avantage de s'accorder avec l'une de celles que j'ai données ci-dessus de l'augmentation du nombre des cellules des colonies, qui serait provoquée par un accroissement de la valeur nutritive du milieu.

Le nombre et la disposition des cellules n'étant pas héréditaires et fixés, mais variables et soumis à l'influence du milieu et de l'âge, on ne peut s'en servir en systématique. On trouve encore, cependant, des variétés établies sur le nombre des cellules, ou du moins sur des caractères morphologiques en relation avec le nombre des cellules. C'est le cas des variétés *recurvatum*, *divergens*, *cruciatum*, *gracile*, établies d'après l'allure spéciale des cénobes à 8 ou 4 cellules, chez les espèces à 2 pointes bien développées: les pointes de chaque cellule du pourtour divergent l'une de l'autre, plus ou moins recourbées vers l'extérieur (fig. 102). Cette allure particulière n'est qu'une conséquence du petit nombre des cellules du cénobe. Soit, en effet, un cénobe de *P. Boryanum* à 32 cellules: la circonférence du disque, sur laquelle s'appuient les bases des cellules marginales, est relativement considérable par rapport à la circonférence où s'étalent les

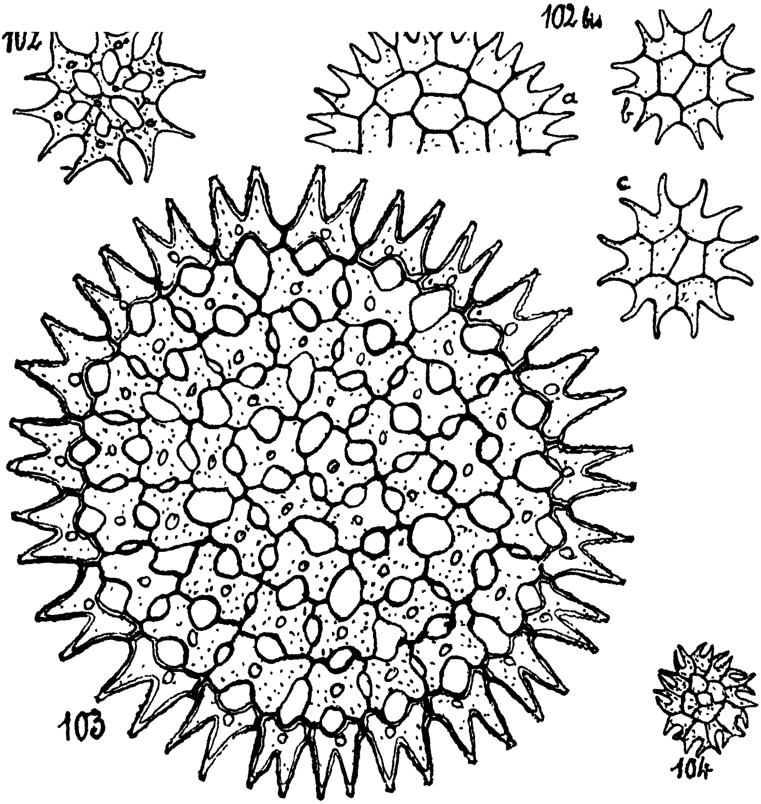


FIG. 102. — *P. duplex* × 500. Forme *recurvatum*. Cher.

FIG 102 bis — *P Boryanum*. Schématique. *a*) Cénobe 32-cellulaire; *b*) Cénobe 8-cellulaire (hypothétique), *c*) Cénobe 8-cellulaire (réel : forme *recurvatum*).

Fig. 103. — *P. duplex* × 500. Cénobe adulte à nombreuses cellules, forme normale.

FIG. 104 — *P Boryanum* × 500. Forme *forcipatum* : forme benthique, disposition anormale des cellules.

extrémités des pointes; les deux pointes de chaque cellule du pourtour sont sensiblement parallèles et la distance qui les sépare l'une de l'autre est à peu près égale à la distance qui les sépare des pointes des cellules voisines: la distribution des pointes sur le pourtour du cénobe est uniforme (fig. 102 bis *a*). Dans un cénobe à 8 cellules, la circonférence des pointes est beaucoup plus considérable que la circonférence du disque; si les deux pointes de chaque cellule restaient parallèles (fig. 102 bis *b*), les pointes de l'ensemble du cénobe seraient rapprochées deux à deux, séparées par de grands inter-

valles; pour distribuer les points de contact avec l'eau d'une façon plus uniforme, les extrémités des pointes de chaque cellule divergent et se recourbent vers les pointes des cellules voisines (fig. 102 bis *c*): la capacité de flottement du cénobe est ainsi améliorée.

Ce qui confirme cette manière de voir, c'est que les formes *divergens* et *recurvatum*, apparaissent chez les colonies 16 et 32-cellulaires de *P. Boryanum* et *P. duplex*, quand le nombre des cellules du pourtour est inférieur aux nombres moyens, soit à 10 pour les colonies à 16 cellules et à 15 ou 14 pour les colonies à 32 cellules. Dans ce cas, en effet, le nombre des pointes est moins grand, elles peuvent s'étaler davantage.

De plus, les formes contraires, c'est-à-dire les types *cohoerens, convergens, rectangulare*, se trouvent surtout, chez *P. duplex*, dans les colonies à 32, 64 ou 128 cellules: les pointes des jeunes colonies sont serrées (fig. 103); quand les colonies vieillissent, les pointes se renflent, comme on l'a vu; quoi d'étonnant alors qu'elles arrivent à se toucher ?

Quant au type *forcipatum* de Corda, dont certains auteurs, tel que Brunnthaler (**50**, p. 102, fig. 61 *f*), font encore aujourd'hui une variété de *P. Boryanum*, je ne l'ai vu que très rarement, sur de toutes jeunes colonies, fraîchement dégagées de leur vésicule, et vivant en cultures ou dans les vases. Je ne crois pas devoir le considérer, au moins jusqu'à de nouvelles observations, comme autre chose qu'un stade de jeunesse, très court et très exceptionnel (fig. 104).

Pour toutes ces raisons, les variétés suivantes nous paraissent dépourvues de toute valeur systématique :

1) *P. Boryanum* var. *cruciatum* Kützing (**125**, p. 192). Cette variété est mentionnée par Brunnthaler (**50**, p. 102). Les colonies sont à 4 cellules et les pointes sont divergentes; ce qui n'est pas surprenant, car les pointes sont plus ou moins exactement dirigées suivant des rayons équidistants de la colonie, de sorte que plus le diamètre est petit (il ne dépasse guère 30 μ dans les colonies 4-cellulaires), plus elles paraissent diverger. Les colonies 4-cellulaires, que j'ai trouvées en cultures et qui provenaient certainement de colonies 16 ou 32-cellulaires de l'étang du Jardin botanique de Tours, présentaient bien ce caractère.

2) *P. duplex* forma *gracilis*, Brunnthaler (**50**, p. 95, fig. 57 *c*) (= *P. gracile* Braun, **45**, p. 91) et *P. duplex* var. *recurvatum* Braun, **45**, p. 93 (Brunnthaler, **50**, p. 95, fig. 57 *g*). La première forme se

rapporte à des cénobes 4-cellulaires, à pointes divergentes; la seconde à des cénobes 8-cellulaires, à pointes recourbées vers l'extérieur. Il est certain que, lorsqu'on observe côte à côte, dans une même préparation, une colonie à 8 cellules et une colonie à 64 cellules (fig. 102, 103), on a l'impression de voir deux organismes différents; mais il n'est pas moins certain que la colonie à 8 cellules peut provenir, au moins indirectement, de la colonie à 64 cellules, ou inversement; la divergence ou la courbure des pointes ne sont pas héréditaires et n'ont pas de valeur systématique.

3) *P. biradiatum* var. *longecornutum* Gutwinski (98, p. 35, T. VII, fig. 64), Brunnthaler, 50, p. 105, fig. 66 *c*. Les cénobes sont à 4 cellules. Les huit bras des cellules sont dirigés sensiblement suivant huit rayons équidistants; à l'extrémité de chaque bras les deux pointes divergent, surtout les externes, qui se touchent presque d'une cellule à l'autre. Ce caractère, qui donne à la colonie un aspect différent de celui d'un cénobe à 16 ou 32 cellules, est lié à la constitution 4-cellulaire de la colonie et n'a pas plus de valeur systématique.

B. COLONIES CŒLASTROIDES

La disposition des cellules ne se fait pas toujours dans un plan; on trouve quelquefois dans la nature, fréquemment dans les cultures, des jeunes colonies en boules: Chodat (58) les a nommées colonies cœlastroïdes.

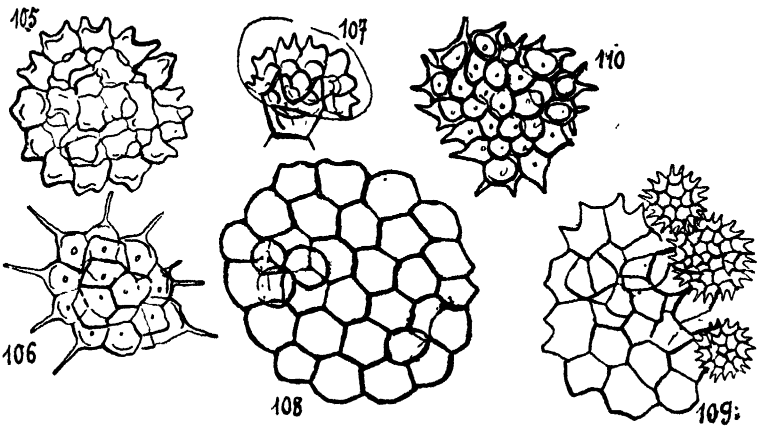


Fig. 105 - 110 × 500. Formes *cœlastroides* de cultures. — 105, *duplex;* 106, *simplex;* 107-110; *Boryanum* (110, cf. *Kawraiskyi*). (Jard. bot. de Tours).

J'en ai observé chez *P. Boryanum*, *duplex* et *simplex*. Chez ces deux dernières espèces, elles sont rares (fig. 105, 106). On remarquera que la colonie cœlastroïde de *P. simplex* a une cellule à 2 pointes, et celle de *P. duplex* des cellules à une seule pointe. Chez *P. Boryanum*, elles sont plus fréquentes. Ce sont des colonies non étalées; les cellules se trouvent sur plusieurs plans; celles du pourtour, qu'on distingue mal de celles du disque, ont des formes variables: elles sont souvent arrondies et sans pointes.

CHODAT (58, p. 6, Tab. I, fig. 7, 8) les a étudiées et a mis en évidence l'influence de la concentration du milieu nutritif sur leur production. Il a mis en culture du *P. Boryanum* fraîchement récolté, provenant du lac de Genève, dans des solutions de NAEGELI à 3, 5, 10 o/oo, et dans une solution de nitrate de potasse à 10 o/oo. Il a obtenu des colonies cœlastroïdes dans les trois dernières solutions. J'ai remarqué, de mon côté, qu'il suffisait d'abandonner des récoltes riches en *Pediastrum*, principalement en *P. Boryanum*, dans des cristallisoirs ou des bocaux largement ouverts, pour obtenir rapidement des colonies cœlastroïdes, tandis que dans des flacons bouchés ou même dans des fioles coniques, où l'évaporation est faible, on en trouve très peu.

Si la concentration a une action sur la production des cénobes en boule, la vie benthique en a une au moins égale; voici quelques observations à ce sujet: 1° Quand on observe au laboratoire des jeunes cénobes en boule, on les trouve presque toujours encore engagés dans la cellule mère de la colonie plane, d'où ils proviennent; c'est donc que la vésicule ne s'est pas échappée et que les corpuscules se sont organisés dans l'intérieur de la cellule mère. 2° Ces jeunes colonies cœlastroïdes sortent de la cellule mère par une fente dans la paroi supérieure (fig. 107), exactement semblable à celle par laquelle s'échappent la vésicule et les corpuscules mobiles, quand la multiplication est normale. 3° Il arrive, comme nous le verrons plus loin (troisième partie, p. 132, fig. 161), que la jeune colonie s'organise dans l'intérieur de la cellule mère et constitue cependant un cénobe parfaitement plan; mais alors la mise en liberté a lieu soit par gélification de la paroi de la cellule mère, soit par rupture de cette dernière sur le bord externe, dans le cas d'une cellule marginale, sur la ligne de suture avec les cellules voisines, dans le cas d'une cellule du disque.

Ces faits me portent à considérer la formation des colonies

cœlastroïdes comme un accident, dû à la vie benthique des cénobes et à la concentration du milieu.

En effet, 1° les colonies cœlastroïdes, une fois dégagées de la cellule mère, tendent vers l'aplatissement et souvent parviennent, exception faite pour quelques cellules, à s'étaler dans un plan (fig. 108), si le milieu n'est pas trop concentré; 2° les dépôts des cultures contenant des colonies cœlastroïdes, repris par l'eau distillée, redonnent des colonies planes, avec des pointes aux cellules marginales (fig. 109).

En résumé, la forme cœlastroïde, qui est très voisine de la forme *integrum* décrite par Naegeli, ne présente rien d'héréditaire et est due uniquement à des actions de milieu.

Cependant les colonies cœlastroïdes ont trompé beaucoup d'auteurs, qui les ont réunies au *P. integrum* ou même en ont fait des espèces spéciales. Ainsi Morosowa-Wodianitzkaja (157, 158) a créé une nouvelle espèce, *P. proccox,* et fondé sa diagnose sur le vu de quelques spécimens, que je considère comme des colonies cœlastroïdes. Les cellules n'ont pas de pointes; elles sont arrondies et toutes semblables. Le cénobe est perforé; les cellules sont le plus souvent disposées sur trois plans qui se recouvrent. Le cénobe paraît donc globuleux, vu par-dessus, et divisé en 3 plans quand il est vu de côté: ce qui distinguerait la nouvelle espèce de *P. integrum.* Les cellules marginales ont quelquefois, mais très rarement, une ou deux pointes. Les membranes sont le plus souvent granuleuses. L'auteur fait remarquer la parenté de sa nouvelle espèce avec le genre *Coelastrum;* en effet, d'après la diagnose, et surtout si l'on se reporte aux dessins de l'auteur, on constate que les cellules de *P. proccox* sont semblables à celles de *C. microporum* et qu'elles sont liées entre elles absolument comme chez cette dernière espèce; seulement elles sont disposées sur plusieurs plans qui se recouvrent, au lieu d'être distribuées sur une surface sphérique, et c'est pour cela que l'auteur rattache son organisme au genre *Pediastrum.* Je n'ai jamais trouvé d'organismes absolument semblables dans mes récoltes fraîches; mais la colonie de la figure 108 rappelle le *P. proccox:* ce cénobe, qui provient du développement d'une colonie cœlastroïde incomplètement étalée, se rapproche évidemment du *Cœlastrum microporum* par la forme arrondie de ses cellules, même de celles du pourtour.

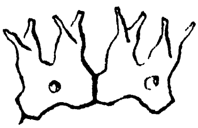
Au Laboratoire de Botanique d'Angers, nous avons aussi été

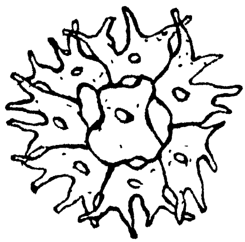
trompés quelque temps par ces colonies cœlastroïdes, en ce sens qu'elles nous ont fait douter de l'existence du vrai *P. Kawraiskyi*, que nous n'avions pas encore rencontré. En effet, certaines d'entre elles, comme celles de la figure 110, portent des pointes assez longues et plus ou moins totalement superposées, de sorte qu'on en voit souvent qu'une. Mais elles restent dans l'ensemble essentiellement différentes des colonies de *P. Kawraiskyi* et je les rapporte sans aucune hésitation, étant donné leur provenance (cultures de *P. Boryanum*), au *P. Boryanum*.

C) VARIATIONS DANS LA POSITION DES POINTES PAR RAPPORT AU PLAN DE LA COLONIE

Normale chez *P. Kawraiskyi*, cette variation dans la position des pointes se produit quelquefois chez *P. Boryanum* et chez *P. biradiatum*.

111





112

FIG. 111. — *P biradiatum* × 500 Forme exceptionnelle à bifurcations superposées (*P. tetrapodum* Mor. — Wod.), Serrant

Dans une récolte provenant de l'Etang de Serrant j'ai trouvé des cénobes de *P. biradiatum*, dont certaines cellules marginales avaient les pointes superposées (fig. 111).

MOROSOWA-WODIANITZKAJA (157, 158) a rencontré, dans des récoltes provenant des lacs Sseliger et de la rivière Soj, des cénobes dont toutes les cellules marginales présentaient ce caractère; ces cénobes étaient rares. Elle en a fait une nouvelle espèce, *P. tetrapodum* dont elle a donné la diagnose suivante (157, p. 29):

« *Cellulæ quattuor processibus armatæ, alternis deflexis ad*

latera diversa. Cœnobia perforata. Cellulæ tetragonæ duobus sive rarius quattuor lateribus emarginatæ. Cellulæ lateribus usque ad medium sæpius basi conjunctæ, qua re cœnobia perforata inter extremas laterum partes, simul inter anticas et posticas partes et in marginibus.

« *Cellulæ periphericæ medio sinum profundum, rectangulum aut acutangulum, etiam a latere cellulæ medianæ duos sinus habentes; quibus profunde processus primi uterque in partes binas semifusiformes discisi ad cœnobii discum versus; cornua tali modo formata ad latera diversa deflexa.*

« *Cornubus cellulæ Pediastro Kawraiskyi subaauformes. Membrana glabra.*

« 1. *P. tetrapodum*, var. *typicum mihi*, fig. 3 (158);

« 2. *P. tetrapodum*, var. *tricornutum* (Borge) *mihi*, fig. 4 (158)».

Cette diagnose et les dessins de l'auteur nous montrent une forme massive à petits méats, les bras des cellules sont à peine dégagés, tels que se présentent quelquefois les cénobes de *P. biradiatum* fixés sur les feuilles, ou végétant sur le fond des cultures (fig. 112). La superposition des pointes des cellules marginales que l'on peut quelquefois observer me paraît se produire accidentellement sur des cénobes flottants de *P. biradiatum*. Elle se produit aussi quelquefois chez *P. Boryanum*, par exemple; DEFLANDRE (70, p. 674) a trouvé cette forme à l'état naturel, en grande abandance il n'en a pas fait pour cela ni une nouvelle espèce ni une nouvelle variété. WOLOSZYNSKA (285, p. 14, fig. 47) a également rencontré des cénobes avec pointes superposées aux extrémités des bras: elles les a rattachés au *P. biradiatum*, en faisant remarquer que la superposition des pointes, normale chez *P. Kawraiskyi*, peut se rencontrer aussi chez *P. biradiatum*, *P. Tetras* et *P. Boryanum*.

D'autre part, MOROSOWA-WODIANITZKAJA rattache au *P. tetrapodum* Mor.-Wod., sous le nom de *P. tetrapodum* Mor. Wod. var. *tricornutum* n. v. (= *P. tricornutum* Borge ex p.), une forme que l'on peut rapporter à *P. biradiatum* Meyen (157, p. 30, II, fig. 26). La cellule du pourtour est biradiée, mais les bras sont courts et terminés par deux courtes pointes, tantôt l'une à côté de l'autre, tantôt l'une au-dessus de l'autre; les cellules marginales sont soudées à la base et au sommet, laissant entre elles un petit méat au milieu

de leur hauteur. Je n'ai pas observé de cénobes absolument semblables à ceux que décrit l'auteur, mais seulement des formes voisines (fig. 112). Elles se rattachent évidemment au *P. biradiatum,* forme type, par la cellule du pourtour: on distingue les deux bras et les quatre pointes, mais celles-ci prennent toutes les directions ; les colonies sont massives, irrégulières, souvent gauches, caractères qui se retrouvent sur les colonies benthiques (cultures spontanées). En tout cas, ces cénobes et ceux que décrit MOROSOWA-WODIANITZKAJA sont absolument différents du *P. tricornutum* Borge (= *P. Braunii* Wartm.), dont les cellules marginales sont soudées entre elles sur toute leur longueur et ne sont ni biradiées, ni incisées (voir 2e partie).

CHAPITRE CINQUIEME

ORNEMENTS ET MODIFICATIONS DIVERSES DE LA MEMBRANE

A) GRANULATIONS

On observe des granulations principalement chez *P. Boryanum, duplex, simplex*. Les auteurs, pour la plupart, leur donnent une valeur systématique, puisqu'ils s'en servent pour établir leurs variétés: *granulatum, subgranulatum, asperum, echinulatum, rugosum*, etc.

L'étude de l'apparition et du développement des granulations chez *P. Boryanum*, par exemple, montre que ces productions dépendent de l'âge des colonies et du milieu. CHODAT (55, p. 226), l'avait déjà indiqué, ainsi que VAN OYE (170, p. 7).

Dans l'étang du Jardin botanique de Tours, au printemps, on observe deux sortes de colonies: les unes, plus petites, d'un vert tendre, sans cellules vides, à pyrénoïde très visible, à parois minces et absolument lisses; les autres, plus grosses, d'un vert foncé, à pyrénoïde à peine apparent, avec des cellules vides (souvent le plus grand nombre), et à parois épaisses, couvertes de granulations fines et serrées, souvent disposées en rangs parallèles (fig. 43). Les premières viennent des secondes: ce sont des colonies écloses au printemps; les autres sont des cénobes de l'année précédente, qui ont passé l'hiver dans le plancton et ont donné des colonies filles aux premières chaleurs.

Ces premières jeunes colonies à parois lisses se multiplient elles-mêmes abondamment en mai-juin, époque où *P. Boryanum* domine dans la station; à cette époque, on trouve très peu de colonies granuleuses.

C'est l'inverse à l'automne, où presque toutes les colonies sont granuleuses, sauf les petites; et encore il n'est pas rare, en fin de saison, de voir apparaître des granulations sur des cénobes de 50 μ, alors qu'au printemps les cénobes de 80 μ en sont encore dépourvus.

Il est remarquable qu'à cette époque les cénobes deviennent tous granuleux. Faut-il donc admettre qu'une « *bonne variété lisse* » de *P. Boryanum* ayant disparu après le printemps, l'étang se repeuple en automne avec une autre « *variété granuleuse* » ?

D'autre part, les récoltes faites dans l'étang à la fin de l'hiver ou au début du printemps contiennent presque uniquement des cénobes granuleux; elles donnent lieu brusquement, en cultures, à une extraordinaire éclosion de *P. Boryanum:* or aucune jeune colonie n'a de granulations et j'ai vu, des centaines de fois, des cénobes lisses à 16 ou 32 cellules, de 50 à 60 μ, en contact avec les colonies mères granuleuses, à demi vides, de 80 à 100 μ.

L'explication de cette différence entre les colonies d'été et les colonies d'hiver est facile à concevoir. A partir d'Avril-Mai, les conditions sont favorables au développement et à la multiplication: les colonies donnent des jeunes cénobes dès qu'elles sont adultes, avant d'avoir pris les caractères de la vieillesse. A l'automne, au contraire, et surtout en hiver, les conditions deviennent moins favorables; la multiplication se ralentit ou s'arrête tout à fait; les colonies n'en continuent pas moins à vivre et à accroître leurs éléments; elles vieillissent, en se couvrant de granulations.

Dans les cultures de *Boryanum* granuleux, je n'ai jamais vu réapparaître les granulations chez les nouveaux cénobes. J'ai cherché à en provoquer la formation, en ajoutant au milieu de culture divers sels de fer, de magnésium, de potassium: je n'ai obtenu aucun résultat à ce point de vue; sans doute parce que, dans les cultures, la multiplication est relativement rapide et que le facteur « âge » n'a pas le temps d'intervenir.

Il est possible, d'ailleurs, que la forme granuleuse ne se retrouve pas avec la même régularité, dans toutes les stations, chez les cénobes d'hiver: il n'est pas douteux, non plus, que les caractères chimiques de tous les milieux ne sont pas identiques et ne sont pas également favorables à la multiplication.

Il n'en reste pas moins certain que les granulations sont essentiellement des caractères individuels de vieillesse.

B) PLISSEMENTS

Les plissements consistent en des épaissisements linéaires, simples ou anastomosés en réseau; je n'en ai jamais vu chez *P. simplex,* ni chez *P. Boryanum;* les auteurs n'en ont pas signalé non plus. WEST (254, p. 132, pl. III, fig. 22) rattache à *P. Boryanum* var. *rugu-*

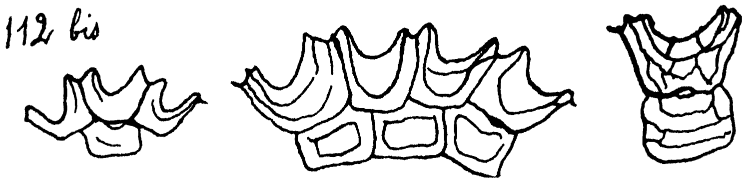


FIG. 112 bis. — *P. angulosum* × 500. Développement des plis.

losum West une forme à membranes ridées, qui nous paraît être du plus pur type *angulosum,* si l'on s'en rapporte au dessin de l'auteur. Les cellules marginales, avec leur échancrure caractéristique, les cellules du disque, plus ou moins quadrangulaires et allongées transversalement, sont identiques aux cellules du *P. angulosum.*

Les cénobes adultes de cette dernière espèce, dans notre région, portent toujours des plis en réseau, ce par quoi on le distingue tout de suite des colonies de *P. Boryanum,* qui n'en ont jamais. Sur les colonies les moins plissées, on observe des rides à peu près parallèles aux bords de la cellule; ces rides se continuent sur les pointes, où on peut les voir passer sous la cellule en déterminant sur la pointe des dents de nature pectique (fig. 112 bis); sur les vieilles colonies, les plis sont devenus épais, nombreux et anastomosés. Ce caractère n'apparaît donc qu'avec l'âge et n'a aucune valeur systématique (CHODAT, 55, p. 226-228).

J'ai aussi trouvé des plis sur le *P. duplex,* mais uniquement sur les colonies provenant de la station de Serrant, où *P. angulosum* est si abondant. Dans l'étang du Jardin Botanique de Tours, comme à l'étang Saint-Nicolas, *P. duplex* a des membranes toujours lisses; dans l'étang du Malaguet, il donne des colonies granuleuses.

Il paraît simple d'admettre que ces quatre espèces, *P. simplex, duplex, Boryanum, angulosum,* ont une tendance spécifique à produire des membranes ornées de plis ou de granulations; cette ten-

dance se manifeste d'une façon inégale suivant les milieux. Elle se traduit, chez *P. simplex* et *Boryanum*, par des granulations variables de forme et de grosseur; chez *P. angulosum*, par des plis; chez *P. duplex*, tantôt par des plis, tantôt par des granulations.

Smith (237 bis, p. 475, pl. 25. fig. 13; 235, p. 169, pl. 46, f. 1) a décrit et figuré un *P. sculptatum*, nov. spec., provenant d'une seule station du Wisconsin et noté comme très rare. Les cellules marginales ont deux pointes; le disque est plein dans une moitié du cénobe, perforé dans l'autre moitié; le caractère le plus remarquable est la présence d'un réseau serré de nervures, à mailles polygonales, couvrant toutes les membranes, sauf l'extrémité hyaline des pointes. Ces ornements ont décidé l'auteur à créer une espèce nouvelle, qu'il considère comme voisine de *P. Boryanum*. — On pourrait, avec plus de raisons peut-être, rattacher l'organisme de Smith au *P. duplex*. Je n'ai jamais rencontré, chez *P. Boryanum*, d'autres ornements que des granulations. Chez *P. duplex*, au contraire, j'ai souvent observé, sur les cellules des cénobes âgés, un réticulum fort net, mais jamais aussi régulier (fig. 68-70, p. 51). La figure de Smith se rapproche davantage d'un dessin de Lucks (153, f. 12), qui représente un *P. duplex clathratum*, à grandes cellules couvertes d'un réseau à mailles plus ou moins alignées et rectangulaires : Lucks n'en a pas fait même une variété nouvelle. Elle se rapproche aussi des dessins de Raciborski (187, f. 30, 34, 35, 39), représentant des variétés de *P. duplex*, dessins reproduits en partie par Brunnthaler (50, p. 97, fig. *l*, *m*, *n*). — Tant qu'on n'aura pas suivi le développement de ce *P. sculptatum* et observé les stades de jeunesse, il me semble très permis de ne pas y voir autre chose qu'un cénobe âgé de *P. duplex*, plissé et réticulé à l'extrême.

Je dois signaler ici aussi l'aspect caractéristique de la membrane du *P. Kawraiskyi*. Elle est épaisse, rougeâtre et paraît rugueuse; tantôt elle porte des granulations larges et aplaties, tantôt des rides simples, grossièrement parallèles. Malheureusement je n'ai pas encore trouvé *P. Kawraiskyi* ailleurs que dans la station de Serrant et je n'ai pu le garder en culture; de sorte qu'il est difficile de savoir quelle est la part de l'action de milieu dans la production des caractères de cette membrane.

C) FORMES *GLANDULIFERUM*

La forme *glanduliferum* est caractérisée par une pointe hyaline assez longue, terminée par une boule de même nature.

Bennett (15, p. 7, fig. 5-7), en 1892, a fait de cette forme une espèce nouvelle : *P. glanduliferum*. Mais Kuetzing (125, p. 191), en 1849, avait donné la diagnose suivante du *P. Boryanum*: « ... *disco continuo, cellulis periphericis bicornutis, cornibus hyalinis, subulatis, apice capitatis...* ». On peut même voir des figures d'un *Boryanum glanduliferum* dans les dessins de Corda (62, pl. III, f. 14). Ce qui prouve que les boules hyalines à l'extrémité des pointes des cellules marginales avaient été observées sur des *Pediastrum* avant Bennett. Cependant cette forme est rare; ni Reinsch, ni Rabenhorst, ni de Toni, ni Raciborski ne la signalent; il faut, à ma connaissance, aller jusqu'à Lucks (153, p. 146, fig. 17-18), en 1907, pour la retrouver. Cet auteur signale trois formes: f. *granulata,* f. *glabra,* dans l'Ottominer See, près de Dantzig; f. *perforata* (n. v.) dans l'Espenkruger See, près de Neustadt. Les cénobes sont en tous points semblables à ceux de *P. Boryanum* et n'ont ni les énormes dimensions, ni les petits méats des cénobes de Bennett. Lucks d'ailleurs avait d'abord considéré cette forme comme une simple variété du *P. Boryanum* (var. *capituligerum*).

Nitardy (162, p. 179) suit Lucks: il décrit le *glanduliferum* sous le nom de *P. Boryanum* var. *capituligerum* (Lucks) n. v.; il le signale comme fort répandu aux environs de Kœnisgsberg et d'Elbings. Les boules, d'après Nitardy, sont de nature gélatineuse et rappellent les poils secréteurs des *Drosera.*

Van Oye (170, p. 18) a trouvé aussi la plante de Bennett à Java; mais elle ne paraît pas commune: l'auteur n'indique qu'une seule station. Il l'admet comme espèce distincte.

Fischer (81 bis, p. 18) rattache la forme *glanduliferum* au *P. Boryanum* var. *longicorne* Reinsch, f. *capitata glabra* et *granulata;* il indique qu'il l'a trouvée dans un petit étang marécageux et dans une flaque d'eau sous un pont.

Morosowa-Wodianitzkaja fait du *glanduliferum* une simple forme du *P. Boryanum* (157, p. 26).

La forme *glanduliferum* n'est pas très rare en Touraine: je l'ai

trouvée dans la Loire, où DES CILLEULS (59, p. 54) l'avait déjà signalée; dans le Cher, où elle n'est pas très abondante et aussi dans l'Indre (sept. 1929). Dans les étangs elle est moins répandue; je ne connais encore qu'une station ou on l'a trouvée en abondance, l'étang de Bellai, au Nord-Est de Saumur: le 18 novembre 1929, M. MARTIN a apporté au laboratoire une récolte de plancton, dont l'étude m'a permis quelques observations nouvelles. Alors que les pêches habituelles de cet étang renfermaient du *P. Boryanum* typique, ce jour-là tous les *Boryanum* étaient *glanduliferum.*

Les colonies sont à 16, 32 et 128 cellules. Le disque est plein; les cellules sont penta- ou hexagonales comme chez *P. Boryanum;* les dispositions sont les mêmes. Les cellules marginales ont deux lobes verts courts, coniques et prolongés par une pointe hyaline, cylindrique, flexible, portant à son sommet une boule de même nature. Voici les dimensions prises sur un cénobe 32-cellulaire : diamètre (pointes comprises) 120 μ, hauteur des cellules du pourtour 15 μ, longueur de la pointe hyaline 5 μ, diamètre du bouton 2,5 μ. Les membranes restent lisses. Dans les colonies plus petites, la longueur de la pointe dépasse la hauteur de la cellule.

Les boules et les pointes hyalines se comportent, vis à vis des réactifs colorants, comme le squelette cénobial. Les colorants ont été essayés, après action de l'hypochlorite de soude dissous et de l'acide acétique dilué, sur des échantillons récoltés depuis peu :

rouge neutre	réaction positive;
bleu de méthylène à 1/100e	réaction positive;
rouge congo	réaction négative;
carmin aluné	réaction négative;
iode et acide sulfurique	col. violette et non bleue comme avec la cellulose

L'acide chlorhydrique est sans action sur les boules, mais l'acide sulfurique à 1/5 les fait gonfler et l'on distingue plusieurs couches concentriques (fig. 113). La pointe apparaît alors brisée à son extrémité, comme s'il s'agissait d'une émission de mucilage à l'extrémité d'un tube ouvert.

En résumé, les boules hyalines sont certainement de nature pectique, mais la substance qui les constitue, quoique de même nature que le squelette cénobial, n'a pas la même consistance; elle est plus ou moins muqueuse, gélatineuse; la limite de la boule est souvent incertaine.

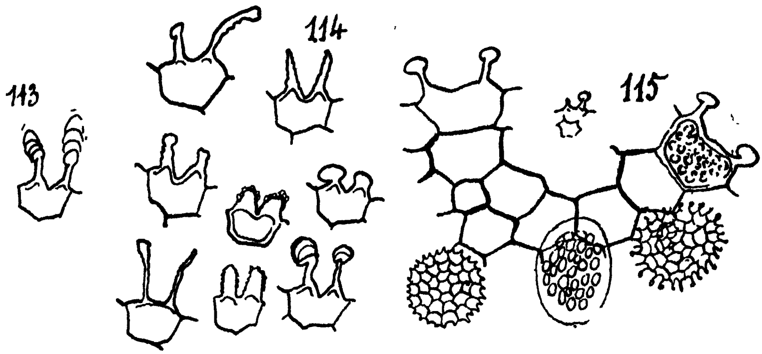


Fig. 113-115. — *P. Boryanum* × 500. Forme *glanduliferum*. Etang du Bellai. — 113, après traitement par SO^4H^2; — 114 formes diverses de cultures; — 115, multiplication en cultures.

Quelle est la signification biologique de ces boules ? Sont-elles destinées à alléger le cénobe, pour améliorer les conditions de flottement ? C'est peu probable, car leur poids spécifique doit être le même que celui du reste du cénobe, étant donné qu'elles sont formées par une même substance. D'ailleurs, la pointe, entièrement hyaline, constitue un organe très fragile, nullement résistant, qui paraît peu capable de fournir à la colonie un point d'appui pour flotter. On est amené ainsi à comparer la forme *glanduliferum* aux colonies de *P. Boryanum* à très longues pointes hyalines que j'ai signalées dans les cultures (fig. 57, p. 44). A vrai dire, je n'ai jamais vu celles-ci se terminer par des boules bien nettes; mais j'ai suivi, en culture, la récolte de l'étang de Bellai; on est très loin de retrouver des boules sur tous les cénobes; beaucoup ont leurs cellules marginales, ou certaines d'entre elles, semblables à celles de la figure 114. La secrétion pectique est toujours considérable sur la pointe et l'on a toujours une forte pointe hyaline, mais très variable dans sa forme: ou très longue et fine, ou large et aplatie.

Mes observations personnelles ne m'ont pas permis de résoudre le problème de l'utilité des boules, mais je me rangerais volontiers à l'avis de Mlle Woloszynska (284, p. 45, tab. II) qui croit que la boule hyaline gélatineuse permet à la colonie d'adhérer à un support pouvant ou non flotter; elle donne un dessin très significatif: on voit non seulement des *Pediastrum,* mais aussi des *Scenedesmus,* fixés sur des petits morceaux de bois ou des grains de sable. C'est pourquoi cet auteur considère les *glanduliferum* comme du *P. Boryanum,* adapté à la fixation par l'extrémité de la pointe.

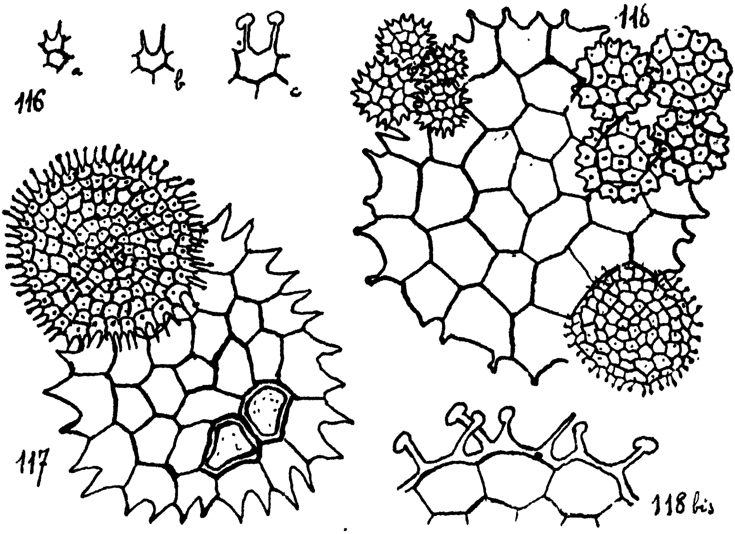


Fig. 116-118 bis. — *P. Boryanum* × 500. Forme *glanduliferum* Étang de Chevigné. 116, développemeent de la pointe; 117, jeune cénobe *glanduliferum* provenant d'un kiste de *Boryanum* typique (cultures); 118, développement de kistes de *Boryanum* typique, donnant soit du *Boryanum* typique, doit du *glanduliferum* (cultures), 118 bis, forme *glanduiferum integrum* (cultures).

L'étude du développement de cette forme porte à conclure dans le même sens. La multiplication de la récolte de l'étang de Bellai a eu lieu à la température du laboratoire en décembre et en janvier. Elle est semblable à celle de *P. Boryanum* (fig. 115); mais je n'ai pas assisté à la sortie des corpuscules verts. La jeune colonie s'organise en dehors de la cellule mère, dans l'intérieur d'une vésicule hyaline, comme chez *P. Boryanum*. Cette vésicule disparaît quand les corpuscules se soudent: à ce moment on distingue, sur les cellules marginales, deux petits lobes verts, mais ni pointes hyalines, ni boules. La jeune colonie est en tous points semblable à un jeune cénobe de *P. Boryanum* type (fig. 116 *a*). Dans les colonies un peu plus grosses, on distingue des pointes hyalines longues, minces et sans boules, elles s'allongent vite, dépassent les capitules hyalins; on ne voit les boules que chez les colonies dont la taille atteint ou dépasse 50 μ (colonies 32-cellulaires); elles continuent d'ailleurs à grossir, bien après que le cénobe a atteint sa taille maxima (fig. 116 *b*, *c*).

En résumé, les colonies présentent d'abord des lobes verts courts, puis des pointes hyalines longues, enfin des boules hyalines à l'extrémité des pointes.

Le cénobe de *P. glanduliferum* est donc semblable à *P. Boryanum,* quand il est jeune. Les colonies adultes ne diffèrent que par la présence des boules. La cellule marginale présente d'ailleurs, chez les vieux cénobes, des variations de forme, semblables à celles que l'on peut observer sur le *P. Boryanum* type. La courbure concave entre les pointes diminue, la paroi devient rectiligne (f. *muticum*), puis convexe (f. *integrum*) ; mais les boules existent toujours à l'extrémité des pointes hyalines plus ou moins longues (fig. 118 bis).

J'avais donc d'abord constaté une tendance, chez la plante, à reproduire cette particularité: c'est pourquoi, dans ma note à l'Académie des Sciences (20, p. 1446), j'avais conservé la variété *glanduliferum.* En revoyant mes dessins et mes notes, et surtout en présence des faits nouveaux dont je vais parler, je ne crois plus qu'il soit possible de voir dans les pointes hyalines capitées un caractère héréditaire.

Le 22 avril 1932, j'examinai une récolte de plancton provenant de l'étang de Chevigné, à Saint-Georges-sur-Loire: elle contenait *P. Boryanum* et *P. duplex.* Le 13 mai, un nouvel examen me montrait la récolte, qui avait été abandonnée dans son flacon bouché, remplie de *P. glanduliferum.* Les colonies étaient à 32, 64, 128 cellules. On pouvait y distinguer 3 stades de développement: stade *brevicorne:* jeunes colonies, diam. 50 à 60 μ, 2 pointes vertes courtes; stade *longicorne:* colonies de 70 à 75 μ, pointes hyalines longues, minces, flexibles, n'ayant évidemment aucun rapport avec l'aptitude au flottement, paraissant constituées par un tube creux, à l'extrémité duquel la boule gélatineuse commence à se développer; stade *glanduliferum:* colonies de 70 à 100 μ, boules gélatineuses pectiques à l'extrémité de la pointe.

D'où provenaient ces innombrables colonies, tournant toutes à la forme *glanduliferum ?* Peut-on admettre qu'une nouvelle espèce ou variété, non aperçue dans la récolte fraîche, ait subitement envahi la culture ? Je n'en crois rien: les *Boryanum* types de la récolte s'étaient vidés, les cellules avaient souvent des fentes dans la paroi; on ne voyait plus de jeunes *Boryanum* typiques; les jeunes colonies au stade *brevicorne* provenaient donc des colonies de *P. Boryanum* type de la récolte. J'ai d'ailleurs vu, le 15 mai, une jeune colonie

de 128 cellules, au stade *longicorne,* fixée sur une colonie vide de *P. Boryanum* type (fig. 117). Fin juillet 1932, la même culture que je n'avais pas cessé de suivre, donna de nouveau des jeunes colonies. On pouvait les diviser en deux groupes: 1° colonies à petit nombre de cellules, 16, 32, quelquefois 8, sans pointes ou à courtes pointes hyalines, jamais capitées; 2° colonies à grand nombre de cellules 64, 128, avec longues pointes hyalines, capitées ou non. Ces dernières étaient beaucoup moins nombreuses que les autres et souvent les boules manquaient à l'extrémité de la pointe hyaline. Or j'ai pu constater que les deux groupes de colonies provenaient des mêmes cénobes. La figure 118 montre une colonie mère non *glanduliferum,* à 32 cellules, à demi enkystées. Trois cellules marginales ont donné des jeunes colonies. L'une a donné une colonie à 64 cellules; les cellules du pourtour portent deux (rarement une ou trois) pointes hyalines minces, flexibles et déjà capitées. Les deux autres ont donné chacune 4 colonies à 16 cellules, du type *Boryanum,* à pointes courtes et entièrement vertes.

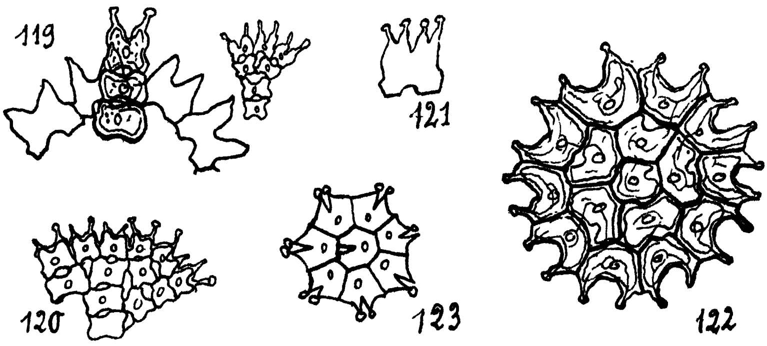


FIG. 119-123. — × 500. Formes *glanduliferum* chez diverses espèces de *Pediastrum.* Cultures. — 119, 120 : *B. duplex* (Chevigné) ; 121, *P. biradiatum* (Serrant) ; 122, *P. angulosum* (Canal de St-Pierre-des-Corps) ; 123, *P. Tetras* (Jard. bot. de Tours).

Il ne fait donc aucun doute que la forme *glanduliferum* est du *P. Boryanum,* modifié par des actions de milieu, et que cette modification apparaît surtout chez des colonies à nombreuses cellules. J'ai toujours trouvé dans les vieilles cultures, quelle que soit leur provenance, des colonies à très nombreuses cellules, munies de pointes hyalines, très longues, mais le plus souvent non capitées.

La forme *glanduliferum,* d'ailleurs, n'est pas particulière à *P.*

Boryanum. J'ai rencontré une variation analogue chez plusieurs autres espèces : chez *P. angulosum* (fig. 122), dans des cénobes observés à l'état naturel; chez *P. biradiatum* (fig. 121), *P. Tetras* (fig. 123) et *P. duplex* (fig. 119, 120), dans des cénobes de cultures spontanées. Cette apparition du caractère *glanduliferum* chez diverses espèces est un argument de plus contre sa valeur systématique.

Quant à la cause de cette modification, elle reste incertaine. Je ferai remarquer seulement que la récolte de Chevigné, maintenue en flacons bouchés, ne s'est pas concentrée par évaporation de l'eau et n'a pas donné de colonies cœlastroïdes; tous les *glanduliferum* sont parfaitement étalés. Au contraire, elles s'est diluée par appauvrissement, dû au développement intense des *Pediastrum*.

Pourquoi les vieilles colonies n'ont-elles pas simplement évolué vers la forme *integrum*, comme dans toutes les cultures spontanées ? La plupart présentaient bien le caractère principal de la forme *integrum*, à savoir l'absence d'échancrure entre les pointes (fig. 118 bis), mais les pointes restaient longues et plus ou moins capitées. Ceci porte à croire que la vie benthique, qui produit la forme *integrum*, n'est pas suffisante pour expliquer l'apparition de la forme *glanduliferum*.

Quelle que soit l'explication à donner de la forme *glanduliferum*, il faudra, me semble-t-il, tenir compte du fait que cette variation est à la fois exceptionnelle et générale: on la rencontre rarement dans la nature; mais quand elle se réalise, tous les *Boryanum* se présentent *glanduliferum*.

D) POILS FLOTTEURS

Certains auteurs ont observé des poils chez *P. duplex, simplex* et *Boryanum*, principalement à l'extrémité des bras des cellules marginales: CHODAT (55, p. 228, fig. 52), MOROSOWA-WODIANITZKAJA (157, p. 26, T. I, fig. 5), LEMMERMANN (151, p. 312, fig. 6), PETERSEN (176, 177). Ce dernier a consacré deux mémoires aux poils flotteurs des *Scenedesmus* et des *Pediastrum*. Il admet, du moins en ce qui concerne le *P. Boryanum*, que les colonies adultes en sont normalement pourvues. Pour le *P. duplex*, CHODAT dit: « Du milieu d'une fossette apicale, située à l'extrémité des bras libres, partent des soies disposées en faisceau et souvent assez longues ». Il n'indique pas de quelle nature sont ces soies, si elles sont des excroissances de la

membrane, ou si elles sont de nature protoplasmique. PETERSEN admet cette dernière hypothèse pour le *P. simplex*, mais se demande si ce n'est pas un effet du dessèchement de la colonie et de l'action des réactifs; car il n'a jamais vu, dit-il, ni soie, ni flagellum sur les colonies vivantes. ZACHARIAS (291) a observé des poils flotteurs sur le *P. duplex;* il a découvert une station dans laquelle toutes les colonies en étaient pourvues: on en voyait non seulement à l'extrémité des bras des cellules marginales, mais encore sur le corps cellulaire et sur les cellules du disque. L'auteur croit que les poils flotteurs, en augmentant la surface cénobiale, permettent aux cénobes de se tenir tout près de la surface de l'eau, pour mieux utiliser les rayons lumineux. Les poils observés n'étaient pas un effet de dessèchement des préparations, car on pouvait en voir sur les cénobes vivants. Mais ZACHARIAS constate qu'il n'a jamais observé de poils flotteurs, chez *P. duplex*, que sur des colonies provenant de la station indiquée, ce qui explique, d'après lui, que ces ornements aient été signalés par si peu d'auteurs. Je n'en ai rencontré, pour ma part, chez aucune espèce de *Pediastrum*.

E) DENTS PECTIQUES SUR LES POINTES

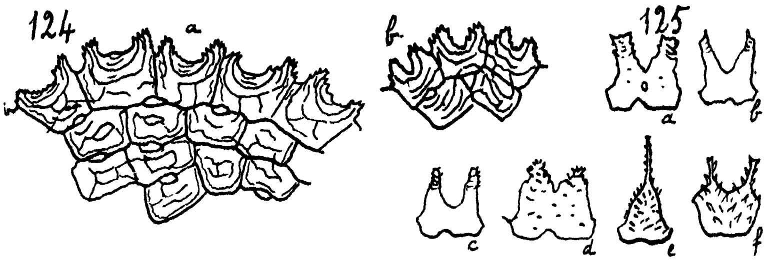


FIG. 124. — *P. angulosum* × 500. Dents pectiques. *a*) Cénobe âgé, Serrant; *b*) *P. polydens*, d'après Morosowa-Wodianitzkaja.

FIG. 125. — × 500. Dents pectiques chez diverses espèces de *Pediastrum*. — (*a, b, c, d*), *P. duplex*; (*e*) *P. simplex*, (*f*) *P. Boryanum*.

MOROSOWA-WODIANITZKAJA (157, p. 27, pl. 2, fig. 19-20; 158, p. 7, fig. 5, 6, 7) a décrit, sous le nom de *P. polydens* nov. spec., des colonies à petits méats, à cellules du disque légèrement incurvées au milieu de leurs quatre faces, comme chez *P. duplex* ou chez *P. angulosum*, et à cellules du pourtour munies de deux bras plus ou moins longs, coniques, recouverts de dents pointues, rapprochées et formant un buisson.

On rencontre assez souvent des anomalies semblables chez *P. duplex*, *simplex*, *Boryanum* et surtout *angulosum*. La figure 124 représente une colonie vide de *P. angulosum* provenant de Serrant: elle correspond tout-à- fait aux figures 5 et 7 ou à la figure 20 de MOROSOWA-WODIANITZKAJA, reproduite ici (fig. 124 *b*). L'irrégularité, la grosseur, la hauteur des buissons pectiques sont des variations sans importance: à mon avis, les colonies dessinées par cet auteur appartiennent à *P. angulosum*. Quant à la figure 6 du même auteur, je la rattache à *P. duplex:* c'est un cénobe lisse, dont les cellules marginales sont voisines des cellules *a, b, c* de ma figure 125, prises à des colonies provenant du Cher. Mais c'est la cellule *d* qui se rapproche le plus de l'organisme de MOR.-WOD.: elle provient d'une colonie des étangs du Malaguet, au Nord d'Angers. La cellule *e* est une cellule de *simplex*, commune à l'étang de Serrant. La cellule *f* est une cellule d'un *P. Boryanum*, trouvé dans une culture d'une récolte de l'étang du Jardin botanique de Tours. Il paraît difficile d'attribuer une valeur spécifique à des caractères aussi variables et aussi fugaces.

Il en est de même des deux dents que l'on trouve quelquefois à l'extrémité du bras des *duplex*, ou de la pointe des *Boryanum;* quelques auteurs cependant s'appuient sur leur présence pour créer une variété ou admettre une espèce: *P. bidentulum* Braun.

Je considère toutes ces excroissances pectiques comme des caractères de vieillesse.

F) COULEUR DES CELLULES

Certains auteurs en ont tenu compte, en particulier RACIBORSKI (187, p. 28, fig. 31), qui a créé une variété *lividum* du *P. duplex*, pour désigner une forme à petits méats et à grosses cellules d'un jaune verdâtre. Son dessin fait penser à des cellules enkystées; chez toutes les espèces, on peut observer que les kystes sont beaucoup moins verts que les cellules végétatives, le contenu cellulaire devenant peu à peu jaune verdâtre et granuleux. Les colonies de *P. simplex*, que M. DES CILLEULS avait rapportées des vases des bords de la Loire, en les attribuant à *P. Sturmii*, possèdent ce caractère à un haut degré; certaines cellules, de très grandes dimensions, sont presque jaunes.

CONCLUSION GENERALE DE LA PREMIERE PARTIE

Un grand nombre de termes employés par les systématiciens, pour désigner des espèces, variétés, ou formes, ne doivent plus être employés par des biologistes que pour désigner des formes stationnelles, des stades de développement, ou des particularités individuelles dans la morphologie du cénobe, dues au nombre et à la disposition des cellules.

Termes relatifs :

1° à la grandeur des lacunes: *clathratum, reticulatum, gracillimum, microporum, compactum;*

2° à la forme de la cellule marginale et à l'échancrure entre les pointes: *integrum, muticum, subintegrum, impeditum, scutum, Sturmii, ovatum;*

3° à la longueur des pointes : *longicorne, brevicorne, inerme, brachylobum, subuliferum, productum, emarginatum, longecornutum;*

4° à l'écartement ou au rapprochement des pointes: *recurvatum, gracile, divergens, cohoerens, convergens, rectangulare, forcipatum ;*

5° au groupement des cellules dans la colonie et à leur nombre: *radians, annulatum, duodenarium, Tetras* (en tant que variété), *Ehrenbergii, f. simplex, f. evoluta, depauperata;*

6° aux ornements et à la couleur de la membrane: *granulatum, subgranulatum, rugosum, rugulosum, punctatum, echinulatum, asperum, coronatum, pulchrum, araneosum, laevigatum, gyrosum, Haynaldii, lividum, sculptatum;*

7° à l'ondulation des membranes: *undulatum;*

8° au renflement de l'extrémité des pointes et aux dents; *glanduliferum, capituligerum, globuliferum, polydens, bidentulum.*

Cette suppression apparaîtra peut-être à plusieurs comme une exécution massive, radicale et simpliste. Ceux qui auront bien voulu me suivre, dans l'exposition des faits qui précédent, reconnaîtront que je n'y ai pas été amené par une pure tendance à simplifier et

à faciliter le travail aux débutants. J'avais commencé par croire moi-même à la multiplicité des espèces et des variétés; mais, à mesure que j'amassais les observations sur le vif, dans les cultures et dans les milieux naturels, la nature individuelle de toutes ces variations s'imposait de plus en plus à mon esprit. L'âge et le mode de vie, pelagique ou benthique, sont les principaux facteurs de variations. Je vis alors cet amoncellement impressionnant de noms d'espèces et de variétés s'écrouler peu à peu, pour se réduire aux huit noms que je conserve pour les *Pediastrum* d'Europe.

Je ne crois pas ainsi, d'ailleurs, enlever grand chose à la gloire de tant d'excellents algologues descriptifs. Ils ont appuyé leurs déterminations sur une fine analyse des formes qui s'offraient à leurs yeux; on ne peut leur reprocher de n'avoir pas suivi, pendant des années, dans leur évolution et leurs diverses stations, chacune des centaines d'espèces qu'ils avaient à décrire et à nommer.

(*A suivre*).

RÉCOLTES ALGOLOGIQUES
à Onoz-Gembloux, Rouge-Cloître, Lierre, Hérenthals et en Campine.

par H. KUFFERATH

I. — DIATOMACEAE (Bacillariales)

Nous avons réuni, depuis 1920, toute une série d'observations algologiques faites en diverses localités belges. Des occupations absorbantes nous avaient obligé à renoncer momentanément à nos travaux purement botaniques. Un peu plus libres, nous saisissons avec plaisir l'occasion de publier quelques observations sur la distributions des algues en Belgique.

Nous ne nous bornons pas à donner de simples listes, mais nous nous efforcerons de préciser, comme nous l'avions fait dans des études analogues (10, 11) (voir Bibliographie) la nature géologique des terrains et des stations que nous avons visitées, les associations. Les documents que nous réunissons ici serviront à une étude plus générale des conditions de vie, de distribution et d'habitat des Algues dans notre Pays.

La disposition de ce travail est semblable à celle que nous avons adoptée dans nos recherches antérieures.

Les récoltes que nous analysons ont été faites dans trois régions bien caractéristiques de la Belgique. L'excursion d'Onoz à Gembloux en suivant le cours de l'Orneau nous mène des terrains du carbonifère, calcaires et dolomitiques au silurien et bruxellien. Rouge Cloître, est situé en plein Brabant, dans un site bien connu et où le professeur Jean MASSART se plaisait à nous conduire (12). Enfin toute une série de récoltes furent faites en Campine. Quelques pêches proviennent de la Campine limbourgeoise (Houthaelen, Linde près Peer), les autres plus abondantes furent faites à l'occa-

sion d'excursions de la Société de botanique de Belgique aux environs de Lierre et de Hérenthals.

On n'avait jusqu'ici aucune indication précise sur la flore algologique de ces stations bien connues au point de vue phanérogamique. On verra par l'examen des listes d'algues leur richesse. Les diverses stations visitées sont bien caractérisées géologiquement et peu modifiées par l'intervention de l'homme.

Voici quelques indications sur les localités et les récoltes.

ROUGE CLOITRE. — Trajet classique des Quatre Bras à Rouge Cloître par la drève des Herbes et le vallon des Grandes Floss. Tous les échantillons prélevés sont récoltés sur le Bruxellien, voir (13) fig. 87, p. 219, le 24 février 1920.

Tube [10] (*). Masse verdâtre avec protonéma de mousses parmi des Marchantia dans un vallon profond en plein bois à droite de la Drève des Herbes près de l'avenue de la Demi-Heure.

Tube [13]. Mare près du petit pont au croisement de la Drève et de l'avenue précitées.

Tube [14]. Eau avec nombreuses bactéries ferrugineuses récoltée près du petit pont de l'avenue des Brulés un peu en amont de la source de l'Empereur.

Lorsque l'on sort du vallon des grandes Flosses on débouche à côté d'une prairie tourbeuse, où nous avons récolté l'eau d'une rigole ferrugineuse [2] et exprimé des Mousses du marécage : tube [15]. Dans ce même endroit nous avons repris de l'eau de rigoles riches en bactéries ferrugineuses [9] le 10 janvier 1926.

Les étangs de Rouge Cloître sont au nombre de trois, ils jalonnent la vallée. Dans l'étang supérieur qui se termine au chemin de la Sourdine nous avons récolté, ce que les anciens botanistes appellaient des Conferves [17] et des touffes de Spirogyres [7]. En janvier 1926, nous y avions repris une fleur d'eau verte [8]. A côté de l'étang supérieur, vers les Trois Fontaines, il y a une petite pièce d'eau dans laquelle nous avons pris [11] les algues tapissant le bord.

Une dernière récolte [17] a été prise dans le grand étang inférieur, en aval du restaurant bien connu de Rouge Cloître.

* Les chiffres entre crochets se rapportent aux récoltes d'algues.

ONOZ A GEMBLOUX. — Cette excursion faite le 29 mars 1920 nous mène en descendant le cours de l'Orneau à travers des formations géologiques très variées.

En quittant Onoz nous trouvons une mare remplie de mousses [14] dans des alluvions de désagrégation de calcaire viséen.

Un peu plus loin se trouve une carrière de calcaire bleu viséen à droite de l'Orneau, nous prenons un tube [17] dans une petite mare près de la carrière et dans le ruisseau qu'elle forme un autre tube [15]. Ce ruisseau est abondamment peuplé par *Ancura pinguis*.

Tube [12]. Algues sur l'argile détritique au bord de la route.

Tube [10]. Mare dans une prairie de l'Orneau en face du village Saint Martin (calcaire viséen gris à grains cristallins).

Nous passons ensuite dans un terrain dolomitique, assise de Dinant ; un puit abandonné tapissé de mousses nous fournit l'échantillon [2] et un peu plus loin un déversoir le tube [7].

En face du Château de Mielmont dans une faille des rochers dolomitiques, dans un endroit peu éclairé, nous recueillons par raclage de la roche l'enduit verdâtre, humide qui s'y est formé.

Près de Mazy nous récoltons dans l'Orneau des algues fixées sur des pierres dans l'eau courante rapide [11], nous sommes dans l'étage frasnien du calcaire de Rhisne.

Nous passons ensuite devant le bois « aux Lathraea » et prélevons avant le four à chaux, l'eau [4] d'un ruisselet au bord de la route, cette eau provient des poudingues d'Alvaux (givetien).

Nous abandonnons ensuite les étages calcaires et passons dans le silurien. Des prairies sillonnées de rigoles à eaux peu courantes dans lesquelles nous voyons flotter une gelée verte que nous prélevons [9], nous sommes ici dans les quarzites du silurien supérieur.

Tube [1]. Suintements dans les schistes argileux au bord de la route.

Tube [6]. Prairies cultivées de l'Argenton, dans des alluvions des terrains siluriens.

LIERRE. — Excursion du 25 juillet 1920 avec la Société Royale de Botanique de Belgique. Trajet de Lierre à Kessel le long de la Petite Nèthe. Toutes les récoltes ont été faites dans des prairies.

Tube [4]. Prairie à alluvions modernes des vallées, avant le croisement de la rivière et de la ligne vers Hérenthals en face du Château Nazareth.

Tube [3]. Rigole à eau ferrugineuse dans la prairie après le coude de la Nèthe en face de Klooster Heyde.

Tube [2]. Ancien méandre de la Nèthe en contre-bas de la rivière actuelle, toujours dans les alluvions modernes.

Tube [12]. Prairie à alluvions tourbeuses, c'est dans cette prairie que se trouve une mare avec de nombreux *Anthoceros,* le tube [12] provient d'une rigole tapissée de Cyanophycées, un peu avant le bras dit Ballake de la Petite Nèthe.

BOUWEL-GROBBENDONCK-HERENTHALS. — Excursion du 25 juillet 1920. De Bouwel à travers les bruyères jusqu'à la Petite Nèthe à droite du Duivelsberg nous trouvons des mares à Sphagnum tube [9] dans le Diestien.

Longeant le Duivelsberg, la Petite Nèthe passe sur le terrain boldérien, nous prélevons dans un ruisselet à eau rapide des touffes d'algues filamenteuses : tube [5].

Après avoir passé devant le Château de Grobbendonck, ancien castrum romain, nous traversons le Canal de jonction de l'Escaut à la Meuse à la ferme de Troon, d'où nous nous dirigeons sur Hérenthals en passant par un marais à *Sphagnum:* tube [8] situé dans des alluvions modernes entre des dunes fixes de Diestien.

HERENTHALS A NEDERHEYDE, RETOUR PAR LA ROUTE DE HERENTHALS A CASTERLE. — Excursion faite le 8 août 1920 avec le professeur MASSART. Voir carte géologique fig. 80, p. 200 (13) et la coupe Herenthals fig. 79, ibidem. L'excursion est délimitée dans la carte fig. 80 par le trapèze couvrant la Petite Nèthe. Après le croisement du chemin de fer et du Canal de jonction, on remonte vers les tourbières à alluvions ferrugineuses, ces tourbières sont très dangereuses, elles sont remplies de trous profonds cachés par une couche épaisse mais peu solide de tourbe de *Sphagnum.* Nous y avons pris les tubes [1], [6], [11],[7] et [22]

Après avoir longé la Petite Nèthe du Zavelbosch à Nederheyde on prend le chemin allant vers la ferme Van der Elst, par un pont sur la rivière, bordée d'alluvions tourbeuses où nous prélevons les tubes [33] et [26].

Nous longeons la rive droite de la Petite Nèthe en terrain diestien où se trouvent dans les bruyères des dunes de petites mares à *Sphagnum :* tubes [17] et [19].

Enfin en rentrant vers Herenthals nous trouvons un étang rectangulaire bordé d'un fossé à Utriculaires, tube [30].

LINDE, PRES DE PEER (Campine limbourgeoise). — Ruisselet à côté de la ferme de la propriété dite Heydebloen, eau prélevée le 12 août 1925, diestien.

HOUTHAELEN (Campine limbourgeoise). — Eau provenant d'un puit de forage; récoltée le 18 août 1920 dans la mare formée par l'écoulement des eaux.

Pour condenser le texte nous utiliserons les abbréviations suivantes:

R-Cl = Rouge-Cloître

On-Gx = Excursion d'Onoz à Gembloux

L ou L-H = Excursion du 25 juillet 1920 Lierre, Bouwel, Grobbendonck à Herenthals

H = Excursion du 8 août 1920 Hérenthals à Nederheyde et retour

Li = Linde

Ht = Houthaelen

Pour les références bibliographiques, nous indiquons le nom de l'auteur en abrégé, suivi du renvoi à l'ouvrage cité à la bibliographie. Lorsque la forme trouvée est figurée, nous citons la page de la diagnose et la planche et la figure originale. Ainsi : *Navicula radiosa* Ktz., Van H (8), p. 83, Pl. VII, fig. 19 veut dire : Van HEURCK, Synopsis des diatomies de Belgique, diagnose page 83, dessin à la planche VII, figure 19.

Nous suivons la classification de Van HEURCK (8), adoptée jusqu'ici dans les flores algologiques belges (1, 2) et par les auteurs belges. Si cette façon de faire ne correspond pas tout à fait aux conceptions actuelles, elle présente l'avantage pratique de faciliter les recherches bibliographiques et la comparaison des divers travaux sur la matière. Les espèces sont rangées dans les genres dans l'ordre alphabétique.

+ Genre nouveau pour la Belgique

× Espèce ou variété nouvelle pour la Belgique

⊙ Espèce ou variété nouvelle pour la province de N (Namur), Bt (Brabant), A (Anvers), Li (Limbourg).

Pour obtenir la localisation des diatomées en Belgique nous avons vérifié les travaux de Van HEURCK (8) et ceux plus récents de DE WILDEMAN (1) et de DE WILDEMAN et DURAND (2). Nous avons aussi contrôlé les travaux suivants publiés après les travaux d'ensemble précédents : SCHOUTEDEN-WÉRY (15), CONRAD et KUFFERATH (9), KUFFERATH (3, 10, 11, 14).

DIATOMACEAE (BACILLARIALES)

Sous-Famille I. RAPHIDEES

Tribu I : CYMBELLÉES

Amphora Ehr.

1. *A. Ovalis* Ktz. VH (8) p. 59, pl. I, fig. 1. OnGx [15] [4], RCl [12], H [30].
   ⊙ N A.
2. *A. ovalis* Ktz. var. *affinis* V .H. f. *minor* VH. VH (8) p. 59 OnGx [6] peu fréquent.
   ⊙ N.
3. *A. Ovalis* Ktz. var. *Pediculus* Ktz. VH (8) p. 59, Pl. I, fig. 6, 7. RCl [12] [8] et [11], parasite sur *Nitzschia sigmoidea*, OnGx [14], L [12].
   ⊙ N.

Cymbella Ag.

4. *C. Cistula* Kirchn var. *insignis* Meister. Meis (4) p. 179, Pl. 29, fig. 21 = *C. Cistula* Hempr. var. *maculata* Ktz forma *curta* VH (8) pl. II, fig. 17. RCl [11].
   X ⊙ Bt. L'espèce a été signalée dans le Brabant (1).
5. *C. Cuspidata* Ktz. VH (8) p. 61, pl. II, fig. 3. RCl [8].
   ⊙ Bt.
6. *C. Ehrenbergii* Ktz. var. *genuina* Meister. Meis (4) p. 187, pl. 32, fig. 1. RCl [8] assez fréquent = *C. Ehrenbergii* Ktz. VH (8) pl. 2, fig. 1.
7. *C. gastroides* Ktz. VH (8) p. 63, pl. II, fig. 8 Meis (4) p. 175, pl. 30, fig. 3. RCl [9], RCl [17] la forme figurée par Meister, LH [3] celle figurée par VH.
   ⊙ Bt,
8. *C. Helvetica* Ktz. VH (8) p. 64, pl. 2, fig. 15. OnGx [15].
   ⊙ N.

9. *C. lanceolata* Ehr. VH (8) p. 62, pl. 2, fig. 7. RCl [8] et [12], OnGx [6], H [7] assez fréquent et H [19].
⊙ N, ⊙ Bt.

10. *C. maculata* Ktz. Meis (4) p. 182, pl. 31, fig. 3 = *C. Cistula* Hempr. var. *maculata* Ktz. VH (8) p. 64, pl. II, fig. 16. RCl [8] fréquent.

Encyonema Ktz.

11. *E. Caespitosum* Ktz. var. *Auerswaldi* VH. VH (8) p. 66, pl. 3, fig. 14, H [7], LH [2].
⊙ A.

12. *E. ventricosum* Ktz. forma *minuta* VH (= *C. minuta* Hilse) VH (8) p. 66, pl. 3, fig. 17. OnGx [1] petite forme de 17 μ de long à extrémités non prolongées.
X ⊙ N.

Tribu II : Naviculées

Stauroneis Ehr.

13. *St. anceps* Ehr. VH (8) p. 68, pl. 4, fig. 8. RCl [8].
⊙ Bt.

14. *S. anceps* Ehr. var. *birostris* (Ehr.) Cl. Meis (4) p. 124, pl. 18, fig. 11. H [17].
X ⊙ A.

15. *St. Phoenicenteron* Ehr. var. *amphilepta* (Ehr.) Cl. Meis (4) p. 123. pl. 18, fig. 10. OnGx [14], H [11, 19].
X ⊙ N.

16. *St. Phoenicenteron* Ehr. var. *genuina* Cl. Meis (4) p. 123, pl. 19, fig. 1. RCl [12, 8, 9], LH [3], H [11], Li.
⊙ A, ⊙ Li.

17. *St. Smithii* Grun. VH (8) p. 69 pl. 4, fig. 10. OnGx [15].
⊙ N.

Navicula Bory.

Sous-genre ***Pinnularia*** Ehr.

18. *P. Braunii* Gr. Schf. (6) p. 102, fig. 218. RCl [10].
⊙ Bt.

19. *P. esox* Cl. Meis (4) p. 152, pl. 24, fig. 5. L [3] très abondant, H [22].
X ⊙ A.

20. *P. hemiptera* Ktz. Schf. (6) p. 107, fig. 231. OnGx [1].
⊙ N.

21. *P. interrupta* W. Sm. var. *biceps* (Greg.) Cl. Meis (4) p. 164, pl. 28, fig. 8. = *Nav. bicapitata* Lag. VH p. 78, pl. 6, fig. 14. LH [5] très fréquent.
⊙ A.

22. *P. legumen* Ehr. Schf (6) p. 105, fig. 224, Meis (4) p. 159. LH [6] fréquent.
⊙ A.

23. *P. major* Ktz. VH (8) p. 73, pl. V, fig. 3. H [17] la forme trouvée est petite, mesurant 21 μ de large et 126 μ de long mais pour le reste elle concorde entièrement avec la figure et la diagnose de Van Heurck, 5 à 7 stries pour 10 μ. La forme de Van Heurk est différente de celles reprises par Meister (4) sous *P. major* Rabh. Déjà signalé dans la province d'Anvers (9).

24. *P. major* Rabenh var. *convergens* Meister. Meis (4) p. 152, pl. 26, fig. 1, H [11].
X ⊙ A.

25. *P. major* Rabenh var. *lacustris* Meister. Meis (4) p. 153, pl. 25, fig. 1. LH [12], LH [3] très fréquent. Cette dernière forme mesure 46 μ de large et 265 à 280 μ de long, avec 4 à 5 stries pour 10 μ. La largeur et le nombre de strie diffère légèrement du type.
X ⊙ A.

26. *P. major* Rabenh. var. *linearis* Cl. Meis (4) p. 153, pl. 25, fig. 3. H [19], RCl [9].
X ⊙ A, ☾ Bt.

27. *P. microstauron* Cl. Meis. (4) p. 161, Mig. (5) p. 247, pl. 7 F, fig. 16 = *Nav. Brebissonii* Ktz var. *subproducta* VH (8) p. 97. LH [3] espèce fréquente.
⊙ A.

28. *P. nobilis* Ehr. VH (8) p. 73, pl. V, fig. 2. H [11] très abondant. Déjà signalé dans la province d'Anvers (1, 2).

29. *P. nodosa* W. Sm. Meis (4) p. 154, Mig. (5) p. 250, pl. 7 F, fig. 20. RCl [11]. Forme un peu plus grande que celle des auteurs, mesuran 15 μ de large et 90 μ de long, 10 stries sur 10 μ.
X ○ Bt.

30. *P. nodosa* W. Sm. var. *genuina* Cl. Meis (4) p. 154, pl. 26, fig. 2. H [17] forme ayant 12 μ de large et 60 μ de long, 7 à 8 stries pour 10 μ.
X ○ A.

31. *P. parva* Greg. Meis. (4) p. 155, pl. 26, fig. 6 et 7. LH [3] très abondant, H [11].
⊙ A.

32. *P.* (*Navicula*) *Stauroptera* Grun var. *parva* (Ehr.) VH. VH (8) p. 78, pl. 6, fig. 6. H [33].
⊙ A.

33. *P. subsolaris* (Grun.) Cl. Meis. (4) p. 161, VH (8) pl. 6, fig. 17. H [11] la striation (7 à 8 stries pour 10 μ) est un peu plus faible que pour le type décrit.
⊙ A, déjà signalé dans le Luxembourg septentrional (11).

34. *P. tabellaria* Ehr. var. *americana* Meister. Meis. (4) p. 163, Schf. (6) fig. 234. Li.
X ⊙ Li.

35. *P. viridis* Ehr. var. *Cleveri* Meister. Meis. (4) p. 150, pl. XXIV, fig. 1. RCl [2], OnGx [14].
⊙ N, ⊙ Bt.

36. *P. viridis* Ehr. var. *elliptica* Meister. Meis. (4) p. 150, pl. XXIII fig. 4, RCl [15] [9], OnGx [15].
⊙ N, ⊙ Bt.
37. *P. viridis* Ehr. var. *intermedia* Cl. Meis. (4) p. 150. H [17].
X ⊙ A.
38. *P. Mesolepta* Ehr. var. *Termes* VH. VH (8) pl. VI, fig. 12-13. RCl [13]. Déjà signalé à Oisquerq (Brabant) (9).

Sous-genre **Diploneis** (Ehrb.) Cl.

39. *Diploneis elliptica* Cl. var. *genuina* Meister. Meis. (4) p. 104, pl. XIV, fig. 6. OnGx [14, 15, 4, 1].
⊙ N.
40. *D. ovalis* Cl. var. *oblongella* (Naeg.) Cl. Meis. (4) p. 105, pl. XIV, fig. 10 à OnGx [1] = *Navicula elliptica* Ktz. var. *oblongella* Naeg. VH (8) p. 94, pl. X, fig. 12 à OnGx [4].
⊙ N.

Sous genre **Neidium** Pfitzer

41. *Neidium amphirhynchus* (Ehr.) Pfitzer var. *minus* (Cl.) Meister. Meis. (4) p. 107, pl. XIV, fig 17. OnGx [1 ?]. Le col est un peu plus dégagé, aminci et les extrémités un peu plus arrondies que dans la forme figurée par Meister.
⊙ N.
42. *N. productum* (W. Sm.) Pfitzer. Meis. (4) p 108, VH. p. 104, pl. XIII, fig. 3. RCl [11].
X ⊙ Bt.

Sous-genre **Caloneis** Cl. X

43. *Caloneis bacillaris* Greg. Schf. (6) p. 73, VH (8) pl. XII, fig. 27. OnGx [1].
X ⊙ N.
44. *C. silicula* (Ehr.) Cl. var. *genuina* Cl. Meis. (4) p. 114, pl. XVI, fig. 10. RCl [8], OnGx [14, 15].
X ○ N, ⊙ Bt.

Sous-genre **Gyrosigma** Hassal (*Pleurosigma* W. Sm.)

45. *G. acuminatum* Robh. var. *curtum* (Grun.) Cl. Meis. (4) p. 119. OnGx [15], L [4].
X ⊙ N, ⊙ A.
46. *G. Spenceri* Cl. Meis. (4) p. 120 = *Pleuros. Spenceri* var. *Smithii* VH. p. 118, pl. XXI, fig. 15. RCl [11, 12].
Déjà signalé (1, 2) dans le Brabant à Bruxelles.

Sous-genre **Frustulia** Agardh (*Vanheurckia* Bréb).

47 *F. rhomboides* (Ehr.) Cl. Meis. (4) p. 121 = *Vanheurckia rhomboides* Bréb. VH. p. 112, Pl. XVII fig. 1. H. [1, 6] A noter que les formes trouvées sont un peu moins longues (62 à 65 μ au lieu de 70 μ minimum) que ne l'indique la diagnose, la largeur étant de 14 à 16 μ.
Déja signalé (1, 2) dans la province d'Anvers.

48. *F. saxonica* Rabh. meis. (μ) p. 121 Pl. XVIII, fig. 6. = *Vanheurckia rhomboides* Bréb. var. *crassinervis* VH. p. 112, pl. XVII, fig. 4.
On-Gx [14], L. [8], H. [22, 33].
⊙ N, ⊙ A.
49. *F. vulgaris* (Thw.) Cl. meis. (4) p. 121 pl. XVIII, fig. 4 VH. p. 112 pl. XVII fig. 6.
On-Gx [1, 4]. Nous avons trouvé dans la pêche On Gx [9] une forme à rapporter à cette espèce mais notablement plus grande, mesurant 18 à 19 μ de large et 100 μ de long, avec 18 à 20 stries pour 10 μ.
⊙ N.

Sous-genre ***Amphipleura*** Ktz.

50. *A pellucida* Kg. VH. (8) p. 113, Pl. XVII, fig. 14. L [12].
Déjà signalé (1, 2) dans la province d'Anvers.

Sous-genre ***Navicula*** Bory.

Naviculae minusculae Cl.

51. *Navicula atomus* Naeg. VH. (8) p. 107, Pl. XIV, fig. 20. On-Gx [1].
⊙ N.
52. *N. minuscula* Grun. Meis. (4) p. 127, Pl. XIX, fig. 10. H. [30].
Déjà signalé (2) dans la province d'Anvers.

Naviculae mesoleiae Cl.

53. *N. Kotschyi* Grun. VH. (8) Pl. X. fig. 22, Meis (4) p. 129. H [30].
X ⊙ A.
54. *N. pupula* Ktz meis (4) p. 130 Pl. XIX, fig. 25, VH. (8) p. 106, Pl. XIII, fig. 16. On-Gx [2, 10, 15].
⊙ N.
55. *N. pupula* Ktz f. *minuta* VH. (8) Pl. XIII fig. 16. R. Cl. [11, 12]. On-Gx [6]. Les formes observées mesurent de 14 à 20 μ de long et se distinguent par leur forme trapue de l'espèce type plus allongée.
X ⊙ Bt, ⊙ N.

Naviculae lineolatae Cl.

56. *N. gracilis* Ktz. var. *Schizonemoides* VH. VH (8) p. 83, pl. VII, fig. 10. OnGx [4].
⊙ N.
57. *N. Cryptocephala* Ktz. Meis. (4) p. 138, pl. XXI, fig. 3; VH (8) p. 84, pl. VIII, fig. 5. OnGx [9]. L [3. 4, 12].
⊙ N, déjà signalé (1, 2) dans la province d'Anvers et le Luxembourg (10, 11).
58. *N. Cryptocephala* Ktz. var. *exilis* Grun. Meis. (4) p. 138, pl. XXI, fig. 4. OnGx [1, 11], L [3] avec la forme type.
⊙ A, ⊙ N.
59. *N. humilis* Donk. VH (8) p. 85, pl. XI, fig. 23. L [4].
Déjà signalé (1) dans la province d'Anvers.
60. *N. rhynchocephala* Ktz. VH (8) p. 84, pl. VII, fig. 31, Meis. (4) p. 139, pl. XXI, fig. 9. OnGx [9], L [12].

⊙ N, déjà signalé dans la province d'Anvers (2) avec l'indication: eaux saumâtres.

61. *N. rhynchocephala* Ktz. var. *rostellata* VH (8) p. 84, pl. VII, fig. 23. L [4].
Déjà signalé dans la province d'Anvers (1, 2).

62. *N. viridula* Ktz. VH (8) p. 84, pl. VII, fig. 25. RCl [14].
Déjà signalé dans le Brabant (1. 2).

63. *N. viridula* Ktz. forma *minor* VH (8) p. 84, pl. VII, fig. 26. OnGx [11].
X ⊙ N.

64. *N. radiosa* Ktz. var. *genuina* Grun. Meis. (4) p. 140, pl. XXI, fig. 13, VH (8) p. 83, pl. VII, fig. 19, 20. RCl [12 9, 2], OnGx [15, 6], H [3,4].
⊙ N, ⊙ A, déjà signalé à Rouge-Cloitre (1, 2).

65. *N. radiosa* Ktz. var. *acuta* Grun. VH (8) p. 83, pl. VII, fig. 19. RCl [17].
⊙ Bt.

66. *N. radiosa* Ktz. var. *tenella* VH (8) p. 84, pl. VII, fig. 22 = *N. tenella* Bréb. Meister p. 140, pl. XXI, fig. 14. OnGx [15], H [19].
⊙ N, ⊙ A.

67. *N. oblonga* Ktz. var. *genuina* Grun. Meis. (4) p. 143, pl. XXII, fig. 2. RCl [8, 9], L [8].
⊙ Bt, ⊙ A.

68. *N. lanceolata* Ktz. var. *genuina* Meister. Meis. (4) p. 144, pl. XXII, fig. 4, VH (8), pl. VIII, fig. 16. RCl [12], L [2].
⊙ A.

69. *N. lanceolata* Ktz var. *cymbula* Cl. Meis. (4) p. 144, pl. XXII, fig. 5, = *N. cymbula* Donkin. VH pl. VII, fig. 32. OnGx [9].
X ⊙ N.

70. *N. lanceolata* Ktz. var. *tenella* Cl. Meis. (4) p. 144. L [5].
X ⊙ A.

71. *N. placentula* Grun. var. *genuina* Meister. Meis. (4) p. 145, pl. XXII, fig. 8.
La forme observée rappelle par son contour plus ventru et ses extrémités bien dégagées la forme de la variété *latiuscula* figurée par Meister, pl. XXII, fig. 10, mais pour tous les autres caractères se rapporte à la diagnose. H [10].

Tribu III : Gomphonémées

Gomphonema Agardh.

72. *G. acuminatum* Ehr. VH (8) p. 124, Mig. (5) pl X G, fig. 1, RCl [8], H [11].
Déjà signalé dans le Brabant à Cortenberg (9) et dans la province d'Anvers (9).

73. *G. acuminatum* Ehr. var. *coronatum* Meis. (4) p. 171, VH (8) p. 124.
Nos fig. 1 et 2. OnGx [15, 17]. Les formes que nous avons trouvées sont moins élancées que le type (cf. VH., pl. XXIII, fig. 15) mieux proportionnées la tête mesure 12 à 14 μ de large et 12 à 1? μ de haut. la pointe terminale est bien indiquée. L'étranglement a 6 à 8 μ de large, la partie médiane ventrue a 13 μ de large et se termine vers la pointe

en un léger évasement. La forme fig. 1 a 7 à 8 stries pour 10 μ, celle fig. 2 10 à 11 stries. La longueur varie de 49 à 58 μ et la largeur de 8 à 14 μ, ces formes sont plus petites, on pourrait les distinguer comme *formae minores*.

⊙ N.

74. *G. acuminatum* Ehr. forma *intermedia* Mig. Mig. (5) pl. X G, fig. 7; nos fig. 5 et 7. L [2], H [7]. On connait la variabilité du *G. acuminatum*, nous n'avons pas trouvé la diagnose de la forme figurée par Migula. Les indications suivantes ne seront donc pas inutiles. Largeur 14 à 15 μ, longueur 44 à 51 μ, 10 stries pour 10 μ: étranglement aux 2/3 de la longueur à concavité régulière la largeur dans la partie la plus étroite est de 9 à 10 μ. La partie ventrue occupant le tiers médian se termine doucement en une pointe obtuse, elle est à peu près aussi large que la partie supérieure de la valve qui porte une élévation plus ou moins dégagée.

X ⊙ A.

75. *G. acuminatum* Ehr. *formae diversae*, nos fig. 3, 4, 6 et 8. Afin de fixer les idées, nous donnons quelques dessins de formes appartenant à cette espèce très variable et très répandue. Doit-on réunir toutes ces variétés (offrant entre elles des transitions insensibles), sous le nom de l'espèce d'Ehrenberg, ou les distinguer les unes des autres ? Dans cette voie, des cultures pures de ces diatomées, voir notre note (14), permettraient seules d'avoir des bases expérimentales pour solutionner la question. Il est très possible que pour ces organismes, de même que pour tant d'autres (*Chlorella*, *Hormidium*, etc.), les cultures montrent qu'il y a t dans l'espèce *G. acuminatum* toute une série de races ou de lignées ayant leurs caractères propres que l'on ne parviendra à distinguer que par une étude biologiques assez minutieuse. Les descriptions des diverses formes trouvées dans la nature ne sont donc pas sans intérêt.

75 *a*. La forme fig. 3 a été trouvée à Rouge-Cloître [12], elle est petite et menue 8 μ de large et 37 μ de long avec 13 stries pour 10 μ. L'étranglement à 4 μ de large. La partie supérieure de la valve ayant environ 10 μ de long, soit entre un tiers et un quart de la longueur totale, est terminée en pointe obtuse peu dégagée. Le renflement médian doucement élargi se termine en une pointe dont les bords sont presque parallèles et à extrémité largement arrondie.

X ⊙ Bt.

75. *b*. La forme fig. 4 très gracieuse est à rapprocher de la variété *coronatum* dont elle se distingue par ses petites dimensions, elle a en effet 13 μ de large et 43 μ de long et 10 stries pour 10 μ. La pointe bien dégagée, arrondie des bords de la partie supérieure de la valve qui est nettement horizontale forme un angle aigu vers l'étranglement. Celui-ci situé au tiers de la longueur totale a une largeur de 7 μ et précède le renflement médian bien arrondi se terminant par une légère concavité en une pointe obtuse. Cette forme provient des environs d'Hérenthals H [7].

X ⊙ A.

75. *c.* La forme fig. 6 a été trouvée avec un grand nombre d'autres d'atomies à Onoz, On-x [10], elle forme une transition entre les deux précédentes. Elle peut se classer entre les formes *laticeps* et *intermedia* figurée par Migula (5) dans les fig. 6 et 7 de la planche X G. Cette forme mesure 13 μ de large, 42 μ de long et présente 10 à 11 stries pour 10 μ. La partie supériture un peu applatie porte une pointe arrondie bien dégagée, l'étranglement médian mesurant 8 à 9 μ est assez doucement marqué formant un angle très large, la partie renflée se continue insensible en une pointe obtuse.

X ⊙ N.

75. *d.* La forme 8 rappelle en plus court la forme type ayant 11 à 12 μ de large sur 40 μ de long et à 13 stries pour 10 μ. La partie supérieure coupée horizontalement porte une pointe triangulaire, l'étranglement est situé aux deux tiers supérieurs, il mesure 6 μ de large et est assez marqué. Le renflement médian en olive se termine par une pointe écourtée, arrondie inférieurement. Cette forme a été trouvée à Onoz-Gembloux [6].

X ⊙ N.

76. *G. angustatum* Ktz VH (8) p. 126, Pl. XXIV, fig. 48. On-Gx [10]

○ N.

77. *G. angustatum* Ktz. var. *obtusatum* Grun. Meis (4) p. 168, pl. XXVIII, fig. 20 et VH. (4) pl. XXIV, fig. 43-45. OnGx [14].

⊙ N.

78. *G. constrictum* Ehr. VH. (8) p. 123, pl. XXIII, fig. 5, 6. Mig. (5) pl. X G, fig. 8. RCl [11, 12], OnGx [2, 19], L [2, 12], H [7]. Longueur 37 à 45 μ, formes pédicellées.

○ Bt. ○ N, déja signalée dans la province d'Anvers (9).

79. *G. constrictum* Ehr. var. *capitatum* Ehr. VH. (8), p. 123, pl. XXIII, fig. 7. OnGx [2].

⊙ N.

80. *G. constrictum* Ehr. forma *curta* Grun. VH (8) p. 123, pl. XXIII, fig. 8. RCl [12] formes pédicellées.

⊙ Bt.

81. *G. constrictum* Ehr. forma *minima* HK. f. nov. VH. (8). p. 123, Meister. (4) p. 167. Trouvée à Hérenthals [7]. Cette forme présente tous les caractères de l'espèce sauf ses petites dimensions, elle mesure en effet 18 à 29 μ de long et 10 à 12 μ de large. 10 stries pour 10 μ. Notre fig. 9.

X ⊙ A.

f. minima: cellulis minimis, long. 18-29 μ, lat. 10-12 μ.

82. *G. gracile* Ehr. var. *dichotomum* VH. VH. (8) p. 125, pl. XXIV, fig. 20. H [19].

⊙ A.

83. *G. intricatum* Kg. var. *brevistriatum* HK. nov. var. VH. (8) p. 126. Mig. (5) p. 312. Cette forme intéressante a été trouvée à Rouge-Cloître [8] nous la rangeons dans l'espèce de Kützing dont elle se distingue principalement par les côtes parallèles très courtes au nombre d'environ 6 pour 10 μ. La longueur est de 90 μ, la largeur de 12 à 13 μ.

X ⊙ Bt, l'espèce a été trouvée (15) dans les polders de la Flandre occidentale.

var. brevistriatum : striae curtae 6 in 10 μ, long. 90 μ, latit. 12-13 μ.

84. *G. montanum* Sch. var. *commutatum* Grun. VH. (8) p. 125, pl. XXIV, fig. 2 et 3. OnGx [1, 4, 6]. Longueur 28, 33 et 39 μ.

⊙ N.

85. *G montanum* Sch. var. *subclavatum* VH., VH. (8) p. 125, pl. XXIII, fig. 38 et 42, Mig. (4) p. 313. RCl [11], OnGx [15].

⊙ Bt.

86. *G. montanum* Sch. *forma minor* VH. VH. (8) p. 124, pl. XXIII, fig. 42, H [11]. Cette forme mesure 6,5 μ de large sur 35 μ de long et se classe dans les *formae minores majus obtusatae* de Van Heurck.

X ⊙ A.

87. *G. olivaceum* Ktz. Meis. (4) p. 174, pl. XXIX, fig. 14, VH (8), pl. XXV, fig. 20 c et 21. OnGx [14], L [2].

⊙ N, ○ A.

88. *G. olivaceum* Ktz. var. *stauroneiforme* Grun. VH. (8), pl. XXV, fig. 22, Meis. (4) p. 174. OnGx [7]. Cette forme a le sommet un peu plus applati que dans le dessin de Van Heurck.

⊙ N.

89. *G. olivaceum* (L.) Ktz. var. *tenella* (Ktz.) Cl. Mig. [5] p. 315, VH. (8), pl. XXIV, fig. 22. OnGx [15].

X ⊙ N.

90. *G. olivaceum* Ktz. var. *vulgaris* Grun. VH. (8) p. 126, pl. XXV, fig. 21 et 21 a. OnGx [7], H [30].

⊙ N ⊙ A, cette espèce est signalée « commune » dans le Prodrome (2) sans indication de localité.

91. *G. parvulum* Ktz. VH. (8) p. 125, pl. XXV, fig. 9. OnGx [6, 10]).

Les formes trouvées dans ces deux pêches sont plus petites que celle décrite par Van Heurk: longueur 15 à 17 μ, largeur 4,5 à 6 μ avec 13 à 15 stries pour 10 μ.

⊙ N.

92. *G. parvulum* Ktz. var. *exilissima* Grun. VH. (8) p. 125, pl. XXV, fig. 12. OnGx [6], H [30].

X ○ N, ⊙ A.

93. *G. parvulum* Grun. var. *micropus* Cl. Meis (4) p. 173, pl. XXIX, fig. 12. OnGx [17], H [30].

⊙ N, ⊙ A.

94. *G. parvulum* Ktz. var. *subcapitatum* VH. VH. (8) p. 125, pl. XXV, fig. 11. H [11].

⊙ A.

95. *G. parvulum* Ktz var. *tergestina* Grun. Mig. (5) p. 311. On-Gx [2].

X ⊙ N.

96. *G. subclavatum* Cl. Meister. (4) p. 172, pl. XXIX, fig. 9. RCl [9], L [4].

○ Bt, ⊙ A. Déjà signalé dans le Luxembourg septentrional (11).

97. *Gomphonema Haumani* HK. nov. spec. L [12]. Cette espèce à ranger dans le groupe des *brevistiatae* (fig. 11) est assez grande; elle mesure

10 à 11,5 μ de large et 73 à 75 μ de long. Elle est en forme de fuseau dont l'une des extrémités arrondie, légèrement capitée mesure 5 μ de large. L'autre extrémité se termine en pointe conique et est légèrement arrondie à l'extrémité. La valve vue de côté est cunéiforme, elle a 12 μ dans sa plus grande largeur et 6 μ à la base. Les stries très courtes sont marginales, nous en avons compté 7 à 8 pour 10 μ. Le nodule médian est peu visible, il nous a apparu un peu allongé. Cette espèce est dédiée à notre ami Lucien Hauman, professeur de Botanique à l'Université Libre de Bruxelles.

X ⊙ A.

G. Haumani nov. spec. Cellulae fusiformae, capite curvata, cauda acuminata long. 73-75 μ. lotit. 10-11.5, striae marginatae 7-8 in 10 μ. Apud Lierre Belgica.

Rhoicosphenia Grun.

98. *R. curvata* (Ktz.) Grun. VH. (8) p. 127, pl. XXVI, fig 4. OnGx [4].
○ N.

99. *R. curvata* (Ktz.) Grun. forma. Cette forme curieuse (fig. 12) a été trouvée à OnGx [15], elle ne diffère de l'espèce type, que par une arcure nette en angles obtus indiquée un peu en dessous du milieu de la valve. A part ce détail, qui n'est peut être qu'un cas tératologique, les caractères sont ceux de l'espèce. Valves mesurant 6 μ de large et 36 μ de long. 10 stries pour 10 μ.
X ⊙ N.

Tribu IV : Achnanthées

Achnanthes Bory.

100. *A. Biasolettiana* Grun. VH. (8) p. 130, pl. XXVIII, fig. 27, 28. RCl [13].
⊙ Bt, signalé mais sans indication de localité dans le Prodrôme (2, 1) et par nous dans le Luxembourg (10, 11).

101. *A. gibberula* Grun. Meis. (4) p. 213. VH. pl. XXVII, fig. 49. H [1].
X ⊙ A.

102. *A. gibberula* Grun. var. *angustior* Grun. Migula (5) p. 210. VH. (8), pl. XXVII, fig. 49. H [7]. Exemplaires mesurant 3 μ de large et 17 à 18 μ de long.
X ⊙ A.

103. *A. lanceolata* Bréb. VH. (8) p. 131, pl. XXVII, fig. 11. OnGx [2]. Exemplaires très petits ayant 2 μ de long et 5 à 7 μ de long
⊙ N.

104. *A. linearis* W. Sm. VH. (8) p.131, pl. XXVII, fig. 31. OnGx [17].. Nombreux exemplaires pédicellés de ces parasites de support sur des *Cladophora.*
⊙ N.

105. *A. minutissima* Ktz. VH. (8) p. 131, pl. XXVII, fig. 43, 38. RCl [10], OnGx [2, 10].
⊙ N, déjà signalé dans le Brabant (1, 2).

Tribu V : Cocconéidées

Cocconeis (Ehr.) Grun.

106. *C. molesta* Ktz. forma *angusta* VH. VH. (8) pl. XXX, fig. 18 et 19. RCl [11, 15]. Valves mesurant 7 × 17 à 18 μ et 10 sur 26 μ. Mig. (5) p. 311, indique l'espèce comme marine (Adriatique).
X ⊙ Bt.
107. *C. Placentula* Ehr. VH. (8) p. 133, pl. XXX, fig. 26, 27. OnGx [2, 10, 7], RCl [8], H [7]. Parmi les nombreuses formes de cette espèce signalons des formes très petites 10 × 17 μ à OnGx [10] et H [7] et une forme plus grande que d'habitude mesurant 25 × 40 μ à OnGx [2].
⊙ Bt, ⊙ A, ○ N.
108. *C. Placentula* Ehr. var *trilineata* Cl. Meister. (4) p. 94, pl. XII, fig. 9 L [4].
X ⊙ A.

Sous-famille II. *PSEUDO-RAPHIDEES*

Tribu VI : Fragillariées

Epithemia Bréb.

109. *E. Argus* Ktz. VH. (8) p. 139, pl. XXXI, fig. 15. RCl [8], L [2].
⊙ Bt, ⊙ A.
110. *E. turgida* (Ehr.) Ktz. var. *genuina* Grun. Meis. (4) p. 196, pl. XXXIII, fig. 17. RCl [8, 9], L [2, 4].
⊙ Bt, déjà signalé (9) dans la province d'Anvers.
111. *E. Zebra* (Ehr.) Kutz. *formae minores* VH. (8) p. 140, pl. XXXI, fig. 11, 12, 13. RCl [9, 12], L [2]. Ces petites formes semblent plus fréquentes que la forme type, connue sous la var. *genuina* Grun voir Meister (4) p. 199, qui est rare.
X ⊙ Bt, ⊙ A.
112. *E. Zebra* (Ehr) Kutz. var. *porcellus* Grun. Meis. (4) p. 200, pl. XXXV, fig. 2. OnGx [15].
X ○ N.
113. *E. Zebra* (Ehr.) Ktz. var. *proboscida* Grun. VH. (8) p. 140, pl. XXXI, fig. 14. RCl [8].
⊙ Bt.
114 *E. Zebra* (Ehr.) Ktz. var. *saxonica* Grun. VH. (8) pl. XXXI, fig. 9. Meis. (4) p. 199, Schf. (6) p. 145, fig. 322. RCl [8, 9, 17], L [12], H [11]. Habituellement les valves mesurent 50 μ de long et 9 à 10 μ de large, nous avons trouvé à Rouge-Cloître [8] une forme très petite mesurant 8 μ de large et 26 μ de long.
X ⊙ Bt, ⊙ A.

Rhopalodia O. M.

115. *R. gibba* O. M. Schf. (6) p. 147, fig. 324, = *Epithemia gibba* Ktz. VH. (8) p. 139, pl. XXXII, fig. 12. RCl [8, 12], L [2, 12].
⊙ A. ⊙ Bt.

116. *E. gibba* Ktz. var. *ventricosa* VH. VH. (8) p. 139, pl. XXXII, fig. 4, 5, = *Rh. ventricosa* (Grun.) O. M. Schf. (6) p. 147, fig. 325, Me's. (4) p. 201. RCl [8], OnGx [1, 6, 15], L [2, 12]. Espèce souvent très fréquente.
⊙ N, ⊙ A.

Eunotia Ehrenberg.

117. *E. arcus* Ehr. VH. (8) p. 141, pl. XXXIV, fig. 2. OnGx [2]. D'après une note de Van Heurk, selon Grunow cette espèce appartient aux terrains calcaires.
⊙ N.

118. *E. arcus* Ehr. var. *minor* Grun. Meis. (4) p. 89, VH. (8), pl. XXXIV, fig. 5 et 6. H [6] Li.
⊙ A, ⊙ Li.

119. *E. gracilis* (Ehr.) Rab. nec W. Sm. VH. (8) p. 142, pl. XXXIII, fig. 1, 2. H [33].
La forme trouvée qui se classe dans le groupe *Himantidium* diffère légèrement de celle décrite par Van Heurck, elle mesure 4 μ de large et 38 à 78 μ de long, moins longue que l'espèce type (70 à 160 μ), il y a 10 à 11 stries pour 10 μ, les extrémités sont arrondies et non faiblement capitées comme l'indique Van Heurck dans sa diagnose et son dessin. Malgré ces différences, nous rapportons la forme trouvée à la diagnose de Van Heurck, les bords sont parallèles. Face connective rectangulaire ayant 14 μ de large.

120. *E. impressa* Ehrenb. VH. (8) pl XXXV, fig. 1, Mig. (5) p. 202. OnGx [1]. Formes mesurant 7 à 8 μ de large et 37 à 39 μ de long, 15 à 18 stries pour 10 μ.
X ⊙ N.

121. *E. lunaris* Grun. var. *genuina* Meistr. Meis. (4) p. 83, pl. IX, fig. 16, VH (8) p. 144, pl. XXXV, fig. 3, 4. L [3, 12], H [1, 6, 19, 22, 26, 33].
D'après Meister espèce des eaux peu riches en chaux.
Déjà signalée (9) dans la province d'Anvers.

122. *E. lunaris* Grun. var. *subarcuata* Grun. Meis. (4) p. 84, VH. (4) p. 144, pl. XXXV, fig. 2. H [11, 17, 19], RCl [8].
⊙ Bt, ⊙ A.

123. *E. monodon* Ehr. var. *curta* Grun. Schf. (6) p. 45, Migula (5) p. 201. RCl [10].
X ⊙ Bt.

124. *E. parallela* Ehr. Meis. (4) p. 84, pl. X, fig. 1. RCl [8].
⊙ Bt.

125. *E. parallela* Ehr. f. *angustior* VH. VH. (8) pl. XXXIV, fig. 16, Mig. (5), p. 201. H [11].
⊙ A.

126. *E. pectinalis* Ktz. var. *borealis* Grun. Meis. (4) p. 88, pl. XI, fig. 6. Li.
X ⊙ Li.

127. *E. pectinalis* Ktz . var. *media* O. M. Meis. (4) p. 88, pl. XI, fig. 3. OnGx [2, 7, 10], H [6, 11, 19], L [8]. Le nombre des stries en 10 μ est de 10 à 13, le nombre de 13 stries est assez fréquent. La longueur des valves

de cette espèce d'*Himantidium* est généralement de 60 à 80 μ mais quelques exemplaires ont seulement 34 μ de long et d'autres 104 μ, dimensions dépassant un peu celles données dans la diagnose.

⊙ N, ○ A.

128. *E. pectinalis* Ktz. var. *minor* Grun. Meis. (4) 87, VH. (8), pl. XXXIII, fig. 21. RCl [8, 9, 10], OnGx [15], L [4], H [19].

⊙ Bt, ⊙ N, ○ A.

129. *E. pectinalis* (Ktz.) Rabenh. var. *undulata* Ralfs. VH. (8) p. 143, pl. XXXIII, fig. 17. L [12].

⊙ A.

Synedra Ehrenberg.

130. *S. acus* (Ktz.) Grun. VH. (8) p. 151, pl. XXXIX, fig. 4. L [2, 4], H [7].

⊙ A.

131. *S. actinastroides* Lemm. Mig. (5) p. 196. Schf. (6) p. 41. Valves en petites touffes étoilées, flottantes, largeur 2 à 3,5 μ, longueur 41 à 50 μ, les stries très courtes presque punctiformes sont au nombre de 23 à 26 pour 10 μ. L [5].

X ⊙ A.

132. *S. affinis* Ktz. *genuina forma parva* VH. (8) p. 153, pl. XLI, fig. 13. RCl [17], L [12]. Cette espèce qui vit principalement dans les eaux salées a été signalée çà et là dans les eaux douces. Schf. (6) p. 41.

⊙ Bt, ⊙ A.

133. *S. amphirhynchus* Ehr. Meis. (4) p. 75, pl. VIII, fig. 6 = *S. ulna* (Nitzsch.) Ehr. var. *amphirynchus* Ehr. VH. p. 151, pl. XXXVIII, fig. 5. RCl [8], On-Gx [2, 7, 10], L [4, 5, 12], H [11]. La longueur de cette espèce bien connue oscille entre 132 et 251 μ, exceptionnellement à OnGx [12] nous avons trouvé des exemplaires mesurant jusqu'à 340 μ, grandeur supérieure à celle généralement fixée (280 μ maximum).

⊙ Bt, ○ N, ○ A.

134. *S. capitata* Ehr. VH. (8), p. 152, pl. XXXVIII, fig. 1. RCl [8, 12], L [12]. Déjà signalé (9) dans la province d'Anvers et dans le Brabant (1, 2).

135. *S. longissima* W. Sm. var. *vulgaris* Meister. Meis. (4) p. 75, pl. VIII, fig. 1 = *S. ulna* var. *longissima* VH. (8), pl. XXXVIII, fig. 3. H [7].

Forme de 10 μ de large et 240 μ de long, 10 stries pour 10 μ, striation sur toute la longueur, correspond le mieux à la figure de Meister.

⊙ A, souvent signalé dans la Flandre Occidentale (1, 2, 9, 15).

136. *S. pulchella* Ktz. *forma major* VH. VH. (8) p. 150, pl. XLI, fig. 1. L [12], H [7]. Formes ayant 6 à 8 μ de large et 100 à 103 μ de long avec 12,5-13 stries pour 10 μ et pseudo nodule fortement marqué.

⊙ A.

137. *S. splendens* Ktz. (nec VH.) Meis. (4) p. 77, pl. VIII, fig. 3. OnGx [6]. La forme trouvée correspond à la diagnose de Meister sauf pour la longueur qui est de 146 μ, au lieu de 200 à 300 μ trouvé pour les espèces suisses La largeur est de 10 μ, il y a 10 stries pour 10 μ. Il ne faut pas confondre cette forme avec celles de Van Heurck (8), pl. XXXVIII, fig. 2, ni avec celles de Brun.

X ⊙ N.

138. *S. ulna* (Nitzsch.) Ehr. VH. (8), p. 150, pl. XXXVIII, fig. 7. OnGx [4, 15].
⊙ N.

139. *S. ulna* Ehr. var. *aequalis* (Ktz.) Brun Meister. (4), p. 71, pl. VII, fig. 1. VH (8), pl. XXXVIII, fig. 7. L [2, 4].
⊙ A.

140. *S. ulna* (Nitzch.) Ehr. var. *danica* VH. VH. (8), p. 151, pl. XXXVIII, fig. 14 A, Meis (4), p. 72, pl. VII, fig. 3. OnGx [10], H [7, 32].
⊙ N, ⊙ A.

141. *S. ulna* (Nitzsch.) Ehr. var. *danica* Ktz. *forma area media lacii destituta* VH. (8), p. 151, pl. XXXVIII, fig. 14 B. H [30]. Forme ayant 6 μ de large, 328 μ de long avec 10 stries pour 10 μ, trouvée avec la variété *danica*.
X ⊙ A.

142. *S. vitrea* Ktz. Meis. (4), p. 77, pl. VIII, fig. 5 = *S. ulna* var. *vitrea* VH. (8), p. 151, pl. XXXVIII, fig. 12. RCl [17], OnGx [15].

143. *S. vitrea* Ktz. variété. OnGx [11, 17]. Les formes trouvées sont conformées extérieurement comme *S. vitrea*. VH. (8), pl. XXXVIII, fig. 12, à extrémités longuement et étroitement rostrées, les stries s'étendent sur toute la valve comme pour *S. vitrea* mais on compte 13 à 15 stries pour 10 μ. Les dimensions observées sont: largeur 5 à 7 μ, longueur 120, 125 et 132 μ. La striation serrée est-elle un caractère suffisant pour créer une nouvelle forme ?
X ⊙ N.

Fragilaria Lyngbye.

144. *F. brevistriata* Grun. VH. (8), p. 157, pl. XLV, fig. 32. RCl [8].
Déjà signalé dans le Brabant (1, 2).

145. *F. capucina* Desm. var. *acuta* Grun. VH. (8), p. 156, pl. XLV, fig. 4. L [2], H [7].
X ⊙ A.

146. *F. capucina* Desm. var. *mesolepta* Rab. Mig. (5), p. 188, pl. XII, fig. 3. VH. (8), p. 156. RCl [11, 17].
Déjà signalé dans le Brabant (1, 2).

147. *F. construens* (Ehr.) Grun. var. *venter* VH. (8) p. 156, pl. XLV, fig. 26, Meister (4), p. 67, pl. VI, fig. 7. RCl [11]. La forme trouvée est un peu plus ventrue que ne l'indiquent les dessins de Van Heurck et de Meister, et se rapproche de la forme d'un citron, notre fig. 13.

148. *F. parasitica* Grun. var. *subconstricta* Grun. Meis. (4), p. 67, pl. VI, fig. 12, VH. (8), pl. XLV, fig. 29 (= *Odontidium parasiticum* W. Sm.). RCl [12], parasite sur *Cymatopleura Solea*.
X ⊙ Bt.

Diatoma De Candolle.

149. *D. elongatum* Ag. VH. (8), p. 160, pl. L, fig. 18, 21 et 22. L [2] formes disposées en étoiles astérionellées; H [7] les valves sont disposées bout à bout en filaments.
⊙ A.

150. *D. vulgare* Bory var. *brevis* Grun. Meis. (4), p. 60, pl. V, fig. 8. L [5] très abondant, forme de longues chaînettes en zig-zag.
X ⊙ A.

151. *D. vulgare* Bory var. *producta* Grun. Meis. (4), p. 61, pl. V, fig. 10. VH. (8), pl. L, fig. 3. L [4].
X ⊙ A.

Meridion Agardh.

152. *M. circulare* Ag. VH. (8), p. 161, pl. LI, fig. 12, Schf. (6), p. 29, fig. 4J a, Meis. (4), p. 53. OnGx [4, 7, 10, 15] variable oscillant entre 20 et 64 μ, d'après Meister la longueur va de 15 à 75 μ.
⊙ N.

153. *M. constrictum* Ralfs. var. *genuinum* Kirchn. Meister (4), p. 54, pl. IV, fig. 4 = *M. circulare* var. *constrictum* VH., p. 161.
Espèce moins fréquente que la précédente, trouvée à Rouge-Cloître [13].
⊙ Bt.

Tribu VII : Tabellariées

Tabellaria Ehrenberg.

154. *T. fenestrata* Ktz. var. *intermedia* Grun. Meis. (4), p. 56, pl. IV, fig. 9. VH. (8), pl. LII, fig. 8. L [12].
X ⊙ A.
L'espèce type est signalée (1, 2) dans la province d'Anvers.
Meister distingue cette variété et la suivante dans l'espèce décrite par Van Heurck.

155. *T. fenestrata* Ktz. var. *lacustris* Meister. Meis. (4), p. 55, pl. IV, fig. 6, 7. Li, L [8], H [1, 6, 11]). Meister indique dans sa diagnose les caractères différentiels des formes trouvées en Suisse et dans d'autres pays (France, Amérique du Nord). Nous donnons ci-dessous les caractères des diverses particularités morphologiques assez variables observées. Le renflement médian est en olive plus ou moins allongée, n'est jamais rhombique pour les espèces examinées dans nos pêches. Les renflements de l'extrémité sont rarement arrondis H [1] comme l'indiquent les auteurs, ils sont bien plus souvent applatis. Le nombre des fausses cloisons est de 2, une pêche L [8] nous a fourni des exemplaires présentant 12 stries alors que van Heurck indique 10 stries dans 10 μ et Schoenfeldt 9 à 10 stries. Les formes sont disposées en filaments généralement en zig-zag; nous n'avons pas rencontré la forme *astericnelloides* Grun. Les dimensions sont données dans le tableau suivant, voir aussi nos figures 14, 15 et 16.

	Renflement médian		Extrémités		Parties intermédiaires
Origine	Longueur	Largeur	Forme	Largeur	Largeur
	μ	μ		μ	μ
Meister (4), (Suisse)......	38-95	6-8	arrondie	5-7	3-4
L [8], fig. 14........	54-60	9	applatie	8	5
H [1]....................	60-72	6	arrondie	5	4
H [6], fig. 15............	63-90	9	applatie	6	4
H [11], fig. 16............	75	10	applatie	9	5
Van Heurck (8), pl. LII, fig. 6..................	95 (70-100)	5	arrondie	4-5	2
Schoenfeldt (6), p. 27, fig. 32	70-100	7-9	arrondie	4-4,5	3-4
Li, fig. 17...............	32-33	4-5	applatie	3	2

La dernière forme (fig. 17) est une des plus petites observées, le renflement médian est arrondi, plus large que ceux des extrémités qui sont légèrement applaties. La face frontale est étroite, rectangulaire, elle mesure 4,5 μ de large, les angles sont légèrement arrondis. Nous n'avons pu voir dans les valves de fausses cloisons. Cette forme est à rattacher aux plus petites formes de *T. fenestrata* var. *lacustris*.

X ⊙ A, ⊙ Li.

156. *T. flocculosa* (Roth.) Ktz VH (8) p. 162, Pl. LII fig. 10 Li.

⊙ Li.

157. *T. flocculosa* Ktz var. *amphicephala* (Ehr.) Grun. Mig. (5) p. 181 L [5].

X ○ A.

158. *T. flocculosa* Ktz *forma minima* f. nov., fig. 18 L [5]. Nous avons trouvé cette forme en grande abondance, formant des chaînes en zig-zag très longues. Les valves beaucoup plus petites que celles de l'espèce mesurent 10 μ de large et 6 à 6 μ de long, il y a 3 à 4 fausses cloisons robustes ayant environ 2 μ de long, formant une sorte de point allongé aux bords de la valve.

X ⊙ A.

forma minima (nova) : cellulae minimae long 6-7 μ, lat.t. 10 μ. apud Lierre (Belgica)

Tribu VIII. — SURIRELLÉES

Cymatopleura W. Smith.

160. *C. solea* W. Sm. var. *elongata* Meister Meis. (4) p. 218, Pl. XXXIX fig. 4. R. cl. [11, 12].

X ⊙ Bt,

161. *C. solea* W. Sm. var. *subconstricta* O. M. Meis. (4) p. 217, Pl. XXXVIII, fig. 17. On-Gx [14].

X ⊙ N.

162. *C. solea* W Sm. var. *vulgaris* Meister, Me s. (4) p. 218, Pl. XXXIX, fig 2. L. [4]. = *C. Sol'a* (Bréb.) W. Sm. VH. pl. LV, fig. 5-7.

Hantzschia Grun.

163. *H. amphioxys* Grun. var. *capitata* Pant. Meis. (4), p. 203, pl. XXXVI, fig. 3. H [11]. Forme ayant 7 µ de large, 75 µ de long, 7,5 points carénaux dans 10 µ et des stries fines très nombreuses : 25 (?)
X ○ A.

164. *H. amphioxys* Grun. var. *genuina* Meister. Meis. (4), p. 203, pl. XXXVI, fig. 2. RCl [15], OnGx [13], L [12].
⊙ N, ⊙ A, déjà signalé dans la province du Brabant (1, 2).

165. *H. amphioxys* (Ehr.) Grun. var. *intermedia* Grun. VH. (8), p. 169, pl. LVI, fig. 4, Schf. (6), p. 161. RCl [9].
⊙ Bt. signalé sans indication de localité par De Wildeman (1) et par nous dans le Luxembourg méridional (10)

166. *H. amphioxys* Grun. *forma contorta* H. K. f. nova, fig. 19. OnGx [4]. Cette forme se classerait, si elle n'était de petite dimension, avec la variété *elongata* VH. (8), p. 169, pl. LVI, fig. 8. Elle est nettement rostrée et arquée-genouillée. Elle mesure 7 µ de large et 75 à 78 µ de long; il y a 7 à 8 points carénaux et environ 13 stries pour 10 µ. Les points carénaux apparaissent disposés pour une moitié près d'un bord et pour l'autre au bord opposé, donnant l'impression d'une torsion de la valve à la partie médiane. La face frontale à bords parallèles et angles légèrement arrondis mesure 1.? µ de large, elle est un peu genouillée et porte des points carénaux aux bords.
X ○ N.

167. *H. campinica* H. K. spec. nov. H [11], fig. 20. Cette grande espèce presque droite, très faiblement arquée a des extrémités rostrées coupées assez carrément, elle mesure 11 à 12 µ de large et 208 à 212 µ de long. Le rostre a 5 µ de long et 4 µ de large, les bords de la valve s'élargissent en courbe assez brusque et sur toute la longueur ils sont sensiblement parallèles entree eux. Les points carénaux sont petits, ponctiformes au nombre de 5 à 7,5 pour 10 µ, il y a de 20 à 23 stries délicates pour 10 µ. Cette forme se distingue de *H. major* Meister et *H. rhaetica* Meister (Meis. (4), p. 203) par sa forme plus élancée et la finesse de la striation. La face frontale a les extrémités carrées, arrondies aux angles, la largeur aux extrémités est de 11 à 12 µ. La partie médiane est un peu rétrécie (largeur 13 µ) comparativement aux portions voisines du quart de la longueur, qui sont un peu renflés (largeur 15 à 17 µ). Les points carénaux forment 2 files parallèles au grand axe. Espèce trouvée dans les eaux baignant la tourbe à *Sphagnum* près de Hérenthals.
X ⊙ A.

H. campinica spec. nov. Cellulae rostratae, poco arcuatae, long. 208-212 µ. latit. 11-12 µ. Striae 20-23 in 10 µ, puncta 5-7,5 in 10 µ. Apud Herenthals (Belgica).

Nitzschia Grun.

Groupe 1. ***Tryblionella*** (W. Smith, part'm) Grunow.

168. *N. Tryblionella* Hantzsch. Meis. (4), p. 205, pl. XXXVI, fig. 6, VH. (8), p. 171. RCl [8]. Valve mesurant 20 μ de large et 11? à 115 μ de long, 5 stries pour 10 μ. D'après Van Heurck n'a pas encore été signalé en Belgique (1, 2, 8), a été trouvé depuis en Flandre Occidentale par Schouteden-Wéry (15).
⊙ Bt.

Groupe 7. ***Bilobatae*** Grun.

169. *N. parvula* W. Sm. Schf. (6), p. 152, fig. 328. L [12]. Largeur 6 μ, longueur 25 μ. 8 points caréṅaux pour 10 μ.
X ⊙ A.

Groupe 12. ***Bacillaria*** Gmelin

167. *N. paradoxa* (Gmel.) Grun. VH. (8), p. 176, pl. LXI, fig. 6. Schf. (6), p. 149, fig. 328. OnGx [7]. Exemplaire mesurant 6 à 7 μ de large et 122 μ de long, avec 8 à 10 points caréṅaux. Cette espèce des eaux salées a été signalée çà et là dans les eaux douces, en Belgique (1, 2, 9).
⊙ N.

Groupe 14. ***Spathulatae*** Grunow.

171. *N. angularis* W. Sm. Meister (4), p. 208, pl. XXXVII, fig. 5. RCl [8]. Cette espèce marine, a été trouvée dans des eaux douces notamment en Suisse (Lac de Constance). Largeur 8 μ, longueur 95 μ. 5 points carénaux pour 10 μ.
○ Bt, a été signalé comme espèce marine en Flandre Occidentale (1, 2).

172. *N. angularis* W. Sm. var. *affinis* Grun. VH. (8), p. 177, pl. LXII, fig. 16. OnGx [4].
X ○ N.

Groupe 16. ***Sigmoideae*** Grunow.

173. *N. sigmoidea* (Ehr.) W. Sm. VH. (8), p. 178, pl. LXIII, fig. 5, 7. RCl [8, 11, 12], espèce fréquente à Rouge-Cloître.

174. *N. vermicularis* (Ktz.) Grun. VH. (8), p. 178, pl. LXIV, fig. 1. H [1, 10].

Groupe 18. ***Obtusae***

175. *U. obtusa* W. Sm. var. *brevissima* Grun. VH. (8), p. 180, pl. LXVII, fig. 4. OnGx [6]. Largeur 10 μ, longueur 30 μ, 5 points carénaux en 10 μ. Espèce d'eau saumâtre.
⊙ N, déjà signalée dans les provinces d'Anvers et de Liège (2).

Groupe 20. ***Lanceolatae*** Grunow.

176. *N. amphibia* Grun. VH. (8), p. 184, pl. LXVIII, fig. 17. RCl [9].
Déjà signalée dans le Brabant (1, 2).

177. *N. communis* Rabenh. var. *obtusa* Grun. VH. (8), p. 184, pl. LXIX, fig 33. OnGx [15].
X ⊙ N, L'espèce a été signalée dans le Luxembourg septentrional (11).

178. *N. fonticola* Grun. VH. (8), pl. LXIX, fig. 16, 19, 20 (= *N. Palea* (Kutz.) W. Sm. var. *fonticola* VH. (8), p. 183. RCl [11], OnGx [4, 7].
⊙ N, déjà signalé dans le Brabant (1).
179. *N. Frustulum* (Ktz.) Grun. VH. (8), p. 184, pl. LXVIII, fig. 30. L [4], H [30].
⊙ A.
180. *N. Frustulum* (Ktz.) Grun. var. *perpusilla* Rabenh. VH. (8), p. 184, pl. LXIX, fig. 8. H [26].
⊙ A, signalé dans le Prodrome (2) et la Flore de De Wildeman (1) mais sans spécification de localités, avec la mention commun.
181. *N. gracilis* Hantzsch. Meis. (4), p. 213, VH. (8), pl. LXVIII, fig. 11 et 12. RCl [13], H [22].
⊙ Bt, ⊙ A.
182. *N. Heufleriana* Grun. Meis. (4), p. 212, pl. XXXVIII, fig. 8, VH. (8), pl. LXVIII, fig. 13. On [4, 6, 9, 15].
⊙ N.
183. *N. intermedia* Hantzsch. Meis. (4), p. 212, VH. (8), pl. LXIX, fig. 10. H [26], L [2].
⊙ A.
184. *N. lanceolata* W. Sm. VH. (8), p. 182, pl. LXVIII, fig. 1. RCl [11].
○ Bt, signalé (1, 2) comme espèce d'eau saumâtre mais sans indication précise de station.
185. *N. lanceolata* W. Sm. forma *minor* VH. VH. (8), p. 182, pl. LXVIII, fig. 3. OnGx [4].
⊙ N.
186. *N. microcephala* Grun. Meis. (4), p. 213, VH. (8), pl. LXIX, fig. 21. OnGx [4].
⊙ N, signalé par De Wildeman (1) mais sans indication précise de localité.
187. *N. palea* W. Sm. VH. (8), p. 182, pl. LXVIII, fig. 22, 22 b. OnGx [1] fréquent.
⊙ N.

Homoeocladia Agardh.

188. *H. filiformis* W. Sm. Schf. (6), p. 161, fig. 358, Mig. (5), p. 337, pl. 15 E, fig. 2. H [1].
189. *H. germanica* Richter. Schf. (6), p. 162, fig. 359 b, Mig. (5), p. 338. L [12].
⊙ A.

Surirella Turpin.

190. *S. constricta* Ehr. (= *S. Smithii* Ralfs.) Meis. (4), p. 226, pl. XLII, fig. 4. RCl [8].
X ⊙ Bt.
191. *S. linearis* W. Sm. var. *tenella* Ktz. Schf. (5), p. 166. Mig. (5), p. 342, pl. XV E, fig. 8. Li, très fréquent.
X ⊙ Li.

192. *S. ovalis* Bréb. var. *minuta* Bréb. (= *S. minuta* Bréb.) VH. (8), p. 189, pl. LXXIII, fig. 9, 10, Meis. (4), p. 230. OnGx [6, 10, 14].
Formes ayant 4 à 5 μ de large et 10 à 11 μ de long.
⊙ N, déjà assez souvent signalé en Belgique (1, 2, 11).
193. *S. ovalis* Bréb. var. *ovata* (Ktz.) VH. (= *S. ovata* Ktz.) VH. (8), p. 188, pl. LXXIII, fig. 3, Meis. (4), p. 229. OnGx [9].
⊙ N.
194. *S. robusta* Ehr. VH. (8), p. 187, pl. LXXI, fig. 1 et 2. L [3].
○ A.
195. *S. robusta* Ehr. var. *splendida* Ktz. (= *S. splendida* Ktz.) VH. (8), p 187, pl. LXXII, fig. 4. L [4].
○ A.
196. *S. saxonica* Auersw. Schf. (6), p. 166, fig. 267. Meis. (4), p. 226. Li.
⊙ Li, signalé par nous dans le Luxembourg méridional (10).
197. *S. spiralis* Ktz. VH. (8), p. 189, pl. LXXIV, fig. 4 à 7 OnGx [14].
⊙ N.

Sous-Famille III, *CRYPTO-RAPHIDEES*

Melosira Agardh.

198. *M. arenaria* Moore. VH. (8), p. 2 0, pl. XC, fig. 1. OnGx [2, 7].
Déjà signalé dans la province de Namur (2).
199. *M. granulata* (Ehr.) Ralfs. VH. (8), p. 200, pl. LXXXVII, fig. 8. H [7, 30]. Largeur 6, 7 et 8 μ, longueur 10 à 20 et 26 μ, deux prolongements parallèles terminent la cellule à un des bouts (fig. 21), les pointes mesurent 8 à 10 μ de long. La valve présente des lignes longitudinales de fortes granulations, 8 à 10 rangs de perles au nombre de 8 à 11 rarement 13 pour 10 μ. Les valves sont en filaments droits, elles ont de petites plastides brunes.
Déjà signalé (1, 2) dans les provinces d'Anvers, Brabant et Liège.
200. *M. varians* Ag. VH. (8), p. 198, pl. LXXXV, fig. 10 à 14. Meis. (4), p. 39, Mig. (5), p. 153, pl. 17, fig. 2 RCl [8, 9, 12, 15, 17], OnGx [7, 10, 13], L [2, 4, 5, 12], H [7, 30].
Le diamètre varie généralement de 13 à 18 μ, dans un cas : H [30] il n'était que de 10 μ, un peu plus souvent il atteignait 30 à 36 μ. La longueur oscille entre 15 et 38 μ au maximum.
Espèce fréquemment signalée en Belgique (1, 2, 10, 11, 9, 2, 15).

Cyclotella Kutzing.

201. *C. Meneghiana* Ktz. VH. (8), p. 214, Meister (4), p. 48, pl. III, fig. 5. H [7, 30], L [4].
Déjà signalé dans la province d'Anvers (1, 2).

BIBLIOGRAPHIE

1. DE WILDEMAN E. — Flore des Algues de Belgique, Bruxelles-Paris, 1896.

2. DE WILDEMAN E. et DURAND TH. — Prodrome de la Flore Belge, t. 1, Bruxelles, 1897-1907.

3. KUFFERATH H. — Listes de quelques algues et protistes récoltées en Belgique par feu le Dr Henriquez. *Bull. Soc. Royale de Botanique*, 1926.

4. MEISTER F. — Die Kieselalgen der Schweiz. *Matériaux pour la Flore Cryptogamique Suisse*, vol. 4, fasc. 1, 1912.

5. MIGULA W. — Algen. *Kryptogamen Flora von Deutschland* de Thomé, vol. II, 1, 1907.

6. SCHOENFELDT (V.) H. — Bacillariales. *Die Susswasserflora Deutschland*, etc. H. 10, 1914.

7. SCHÜTT F. — Bacillariales dans *Die Naturlichen Pflanzenfamilien* de Engler et Prantl, t. 1, Abt. b, 1896.

8. VAN HEURCK H. — Synopsis des Diatomées de Belgique, texte et planches, Anvers, 1885.

9. CONRAD W. et KUFFERATH H. — Addition à la flore algologique de la Belgique. *Bull. Soc. R. de Botan. Belgique*, 1912, p. 293-335.

10. KUFFERATH H. — Contribution à l'étude de la flore algologique du Luxembourg méridional. III. Diatomées et Conclusions. *Annales de Biologie lacustre*, 1914, vol. 7, p. 359.

11. KUFFERATH H. — Notes sur la flore algologique du Luxembourg septentrional. *Ann. Biologie lacustre*, 1914, vol. 7, p. 272-357.

12. SCHOUTEDEN-WÉRY. — En Brabant. Lamertin, Bruxelles, 1913.

13. MASSART J. — Esquisse de la géographie botanique de la Belgique. *Recueil de l'Institut botanique Léo Errera*, VII bis, 1910.

14. KUFFERATH H. — Note sur la forme des colonies de Diatomées, etc. *Ann. Biol. lacustre*, t. IX, 1919.

15. SCHOUTEDEN-WÉRY. — Quelques recherches sur les facteurs qui règlent la distribution géographique des algues dans le Veurne Ambacht. *Rec. Inst. Bot. Léo Errera*, t. VIII, 1910.

DIATOMACEAE

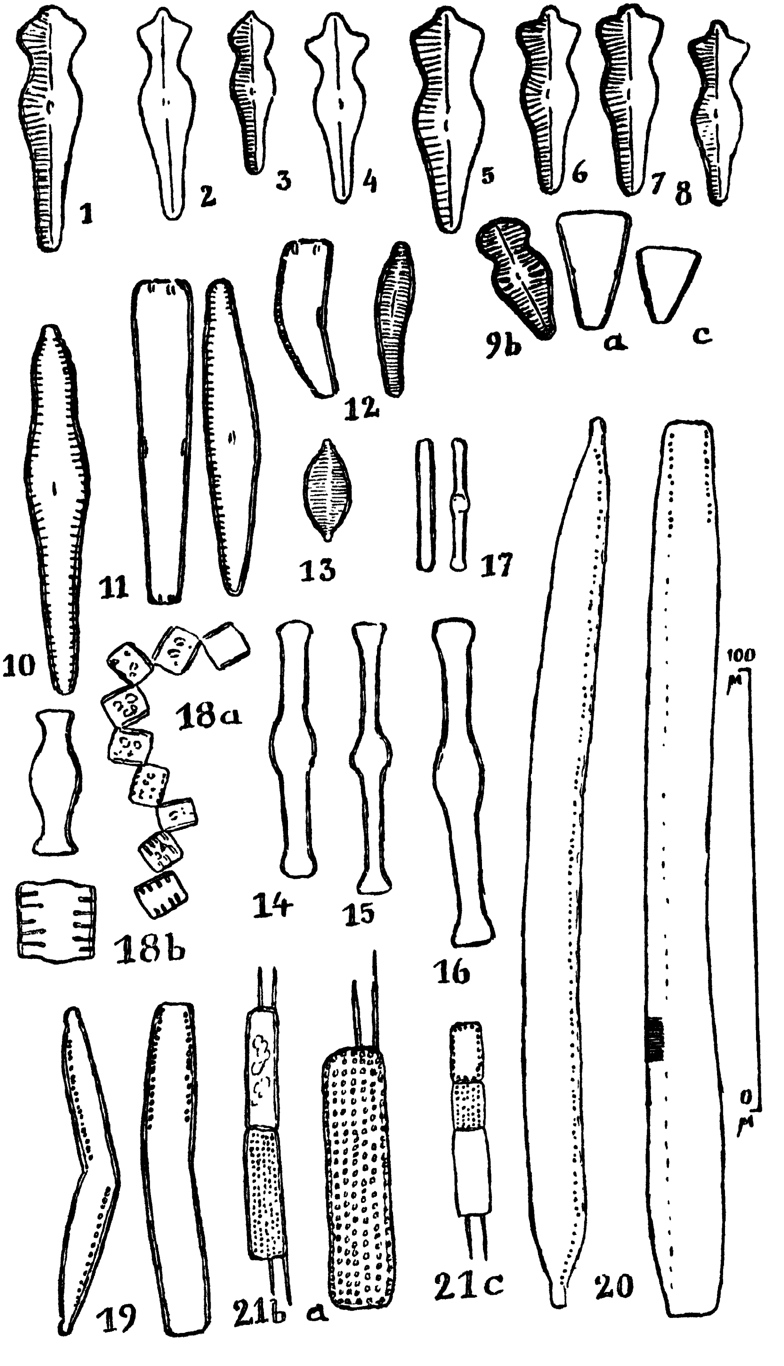


TABLE DES FIGURES

Grossissement : environ 650 fois

Fig. 1 et 2. — Formes de *Gomphonema acuminatum* Ehr. var. *coronatum* (*formae minores*).

Fig. 3. — Forme de *G. acuminatum.*

Fig. 4. — Forme de *G. acuminatum* var. *coronatum.*

Fig. 5. — Forme de *G. acuminatum* intermédiaire entre f. *laticeps* et *intermedia.*

Fig. 6. — Forme *intermedia* épaissie du *G. acuminatum.*

Fig. 7. — Forme élargie du *G. acuminatum* f. *intermedia.*

Fig. 8. — Forme écourtée du *G. acuminatum* var. *coronatum.*

Fig. 9. — *G. constrictum* Ehr. *forma minima*, f. nova.

Fig. 10. — *G. intricatum* Ktz. var. *brevistriatum*, var. nova.

Fig. 11. — *G. Haumani* H. K. nov. spec.

Fig. 12. — *Rhoicosphenia curvata* (Ktz.) Grun. *forma.*

Fig. 13. — *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun. var. *venter*, forme ventrue, apiculée.

Fig. 14. — *Tabellaria fenestrata* Ktz. var. *lacustris*, forme spéciale.

Fig. 15. — Idem.

Fig. 16. — Idem.

Fig. 17 — *Tabellaria fenestrata* Ktz. var. *lacustris*, forma minor.

Fig. 18. — *T. flocculosa* Ktz., a) *forma minima*, f. nova ; b) forme habituelle.

Fig. 19. — *Hantzschia amphioxys* Grun. *forma contorta*, f. nova.

Fig. 20. — *H. campinica*, spec nova.

Fig. 21. — *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs. Fig. 21 a, fortement grossi.

REGENERATION IN *NITOPHYLLUM PUNCTATUM* (STACKH.) HARV.

By † Karel M. Malkovsky, D. Sc., Prague

The study of the regenerative phenomena among algae have been highly successful because the cells in this group of plants keep their independence during their whole life to great extent — in comparison with the cells of higher plants, which are differentiated in a remarkable way — therefore their capability of healing injuries by the production of a new reparative tissue. We find therefore a great number of publications concerning this problem.

In 1928 I spent a month (15.IV.-15.V.) at the Biological research Laboratory at Villefranche s.-Mer in France. I examined different material (*Padina, Acetabularia, Ulva* etc.), without any great success. Finally I chose the species *Nitophyllum punctatum* (Stackh.) Harv., which occurs very frequently in the bay of Villefranche and proved to be very suitable material for the purpose mentioned.

The thallus originates at its appex from a special terminal cell, which sooner or later (sometimes very late) stops its division and assumes a definitive stage. But even then, the thallus grows forth intercalarly and the newly formed partition-walls can be directed in every direction.

In studying the regeneration of this species. I cut the freshly obtained thalli in pieces of 3-5 mm. long. which were then put in glass vessels containing sea water. This water was changed every day. The vessels were placed at a distance of 2 m. from the window and were not covered so that the air could get in. I observed the cut fronds every day, just like the uninjured ones which I have subjected to the same conditions and which behaved quite well. In the

following pages I describe the stages of he thalli, which have been cut into pieces on April 18 th.

April 22 th. : The outermost row of uninjured cells is composed of greatly enlarged cells (much greater than the cells forming the row underneath), with exterior walls arched outwards or digitately branched. The bottle-like form of cells occurs most frequently, with its enlarged basal end inserted in the lower row of cells. The same circumstances I have found also in the other surface of the incision which is directed parallel to the first. But whilst the outline of one of the surfaces of incision appears denticulate, because many of the cells (34) are divided by partition-walls parallel with the surface of incision, on the second surface of incision we find two new partition-walls only.

April 23 th : The cell-divisions continue. On the first surface of incision there are 48 new partition-walls, on the second 9 only. The cells on the second surface of incision are not so great and arched as on the first one.

April 24 th : On the first surface of incision there are 63 new partition-walls, on the second, 29. The new cells are dark brown, with rich, dense plasmatic contents and are placed on the lower cells like the top of a mushroom on its stalk. The lower cells divide very often in the first surface of incision and in this case, most frequently in the direction parallel with the surface of incision. But beside these cases oblique partition-walls are also rather frequent and sometimes (in the outermost layer of cells) walls perpendicular to the surface occur. So far the division of cells does not extend to any layer of cells which lies more inward than the outermost one.

April 25 th. : Cellgrowth continues in the first surface of incision inequally so that the formerly even outline is now lobate. In the outermost new cells and in the older ones lying below them (which only developped after cutting) frequent oblique partition-walls are produced. Beside we find here many partition-walls perpendicular to the surface. In the outermost cell-layer we see clearly that the plasmatic contents are massed on the exterior cell-wall. On the second surface of incision we also find a great number of new partition-walls, but the surface of incision keeps on the whole its even outline (without lobes). Here too, the lower cell is great, light in colour and the upper one, which is placed on it like a cap, is smaller and much darker.

April 26 th. : On the first surface of incision there appeared some more new partition-walls in many directions, but on the whole no change took place. On the contrary on the second surface of incision we observe an important difference. It produced a certain number of new growing points by dividing its cells through partition-walls parallel, oblique and perpendicular to the surface.

April 27 th. : On the first surface of incision not one vegetative point is produced, but on the second, there are many such. They also originate on the uninjured sides of the thallus from old marginal cells.

April 28 th. : On the first surface of incision two filaments, consisting of cells in single rows, have been produced. The growing points on the second surface of incision occur to such a great extent, that its outline appears already lobate when seen with the naked eye.

April 30 th. : Neither the first surface of incision nor the filaments change. There are no new growing points. On the second surface of incision the new vegetative points continue to grow very considerably, they do not remain at the same level but they ascend over the frond-surface. The points grow by means of a lenticular terminal cell.

May 2 th. : The first surface of incision is now unchanged. On the second a great number of already stout organs appears, which occur mostly on those places, where the surface of incision meets with the uninjured sides of the dichotomy. No growing points rise above the level of the frond. The vegetative points are connected with the original thallus by means of a surface of varying breadth. When they grew older, their lenticular initial cell changed to a threesided one. The uninjured marginal cells on the side of the frond also produce new growing points, which are not numerous, but often a new vegetative point produces still younger points out of its body. In that case, the newest vegetative points are very pale and differ in this respect very strikingly from the original thallus.

Cutting such a separated fragment of a thallus in the longitudinal axis, we find on the longitudinal surface of incision a very intensive production of new partition-walls, which sometimes are parallel to this surface of incision, but sometimes perpendicular. Here too we observe often the digitate cells.

Now we will observe a whole dichotomy. Its basal surface of

incision made in the place not yet forked, behaves like the first surface of incision described in the case above. The youngest cells are small, dark brown, with their plasmatic contents dense and they very frequently divide, but do not produce any new growing points.

By cutting off a dichotomy the rest of the thallus the factor which produced the regular dichotomous division of the thallus, disappeared. Besides the two new growing points, which are in a sense the continuation of the normally dichotomous frond, a great number of new growing points appears on the sides and between the above mentioned dichotomic points. The place of their occurence is not directed by any visible rule. These new growing points with the exception of the two normal ones) are marked by their unusual slenderness. For a long time they are formed by a single row of cells and only in the fourth or fifth segment do there appear two cells lying by each other,, which have been produced by a division of the original cell into two by a partition-wall parallel to the longitudinal axis. The most of the growing point are produced on such places, where the surface of incision comes in contact with the longitudinal margin of the thallus, consisting of cells uninjured by cutting. But a second generation of points still younger grows out already from the sides of those new growing points. During the evolution the base of the growing points widens because its cells divide by partition-walls parallel to the longitudinal axis. This happens either at once on the place where the vegetative points grow out of the old thallus, or at some distance above this point, so that the new vegetative point is connected with the old thallus by a somewhat narrowed section, and only widens above that place.

I have observed on a growing point of this dichotomy a very interesting phenomenon which does not obey the law of polarity. Out of some highly multiplied, small, isodiametrical cells, there originated a numerous bundle of considerably prolonged cells very similar to rhizoids, bulbosely widened on their base and lengthening very considerably. After some time, every one of them divided gradually by some partition-walls ino more cells and at the end of my observation they formed a tuft of single-rowed filaments the purpose of which was unkmown.

General remarks. It is characteristic that the lesser fragments cut off show a more intensive regenerative activity than the greater ones. If a dichotomy or a growing point be cut off, the alga shows

an effort to produce new cells in the shortest possible time. The basal surface of incision divides its cells in the beginning more intensively than the apical one, but later on it ceases its activity without forming real new growing points. On the contrary the new branches of the thallus are otherwise often produced from every place in the outline of the piece (never above the level of the thallus).

The new branches are always much more slender than the original thallus and lengthen very quickly. The unharmed cells which form a marginal row on the anterior sides produces after some time new lateral branches. Every cell can produce them and no cell seems to be specially fitted for this purpose. The most of the new lateral branches are in this case produced in the places, where the unharmed cells of the side are in connection with the surface of incision. Here too, the division is preceded by the arching of the exterior wall and by the increasing of the plasmatic contents of the cell. If the alga is not healthy, the growh ceases and the terminal cell is divided into several smaller ones by partition-walls, which are perpendicular to the surface, and all their walls become very thick. If, on the contrary, their exterior wall is arched, the coherent membrane covering the whole surface of the thallus becomes very thin in this place. The newly formed partition-wall is arched first, then it bends inwards. In this way, a lenticular terminal cell originates, which divides further in the manner described. But after some time — consideration must be paid to the age of he branch or to unfavourable conditions for further development — this lenticular terminal cell changes into a threesided one, which takes over the dividing.

Function until the time, when all growth ceases. So it happens that on the whole piece, we find only three-sided terminal cells. If we stain the pw. (for example with methyl green + acetic acid), we discover that the division has reached also some cells in the inner of the thallus where single cells have divided into two by a pw. The newly formed branches finally assume irregular outlines and in some develop considerably at the some time intra-surface places. Finally the old tissue dies and separates, the new branches part themselves of its remains and thus form new individuals. By this time we see, that they begin to branch dichotomously.

The effects of wounds and the methods of their healing in algae have most frequently been studied in Siphoneae. In this group, the chromatophores retire from the wounded place, plasma forms a cap

which excludes a new membrane and so the injury is healed. A considerable protoplasmatic circulation, then provides a normal dislocation of all the cell organs.

If we wound the cells in a filament the injured cell is removed (sometimes the old empty walls remain preserved for a long time) but finally the nearest unharmed cell takes over the function of a terminal cell, its partition wall separating it from the arches of the injured cell out often thus penetrating into the empty walls of the injured cell and the growth goes on in a normal way. But sometimes a new pw. is formed in the injured cell, and even in the case in which the remainning plasma pasesses no nucleus, if only it communicates by means of plasmodesms with a healthy cell according to PFEFFER and TOWNSEND.

In the group of Phaeo — and Rhodophyceæ thallic injuries occur very frequently because they are bitten off by animals, or broken by violent tides, etc. The healing always begins in the nearest uninjured cells. In those algal groups where a central rib occurs its cells heal the injury by frequently division. So a tissue reminding of the callus of higher plants is built. This form of healing injuries has been described in *Fucus*, *Laminaria*, *Polyides*. In *Polysiphonia* the cells nearest to the wound simply round off, their walls become very thick and the injury is thus healed. So much concerning *the healing* of injuries.

The processes, which lead to the restitution of lost organs are much more complicated. In such cases where the growing point does not regenerate, some of the cells in the nearest vicinity assume their functions as in filamental algae. If he filaments are branched, often some of the lateral branches move over in he direction of the injured main filament and continue the growth of the thallus. According KÜSTER the new regenarative organs rise in Dictyota, near the injured place from normal marginal cells; but in my experiments I found different circumstances. In *Delesseria*, *Haliseris*, etc., new organs are produced principally in the middle rib. In *Fucus*, regeneration often shows itself on place very remote from the injury. It is natural that in cases where the thallus has adventive terminal cells, they produce new regenerative organe because the thallus has been wounded (*Ascophyllum*, *Sphacelaria*, etc.). In multicellular algae which produce a dense callus, the circumstances are different. Out of the callus many adventive organs arle produced (*Fucus*, *Pelvetia*,

Gelidium, etc.). Oltmanns says that exterior factors such as light, temperature etc. are of great importance in such cases. According to Micheels light of different waee lengths, produces different organs.

We know quite well that pieces of algae are able to form new individuals. The rhizoids rise either directly out of the new tissue produced in the place of injury, or from ald tissue but near the wound. We can divide many algae to a great extent, and they do not lose their ability to regenerate a new plant (*Rhodomeleæ, Ceramiaceæ, Fucaceæ, Caulerpa, Chara*). The basal end produces in general the rhizoids, the apical end the growing point. In the case of *Nitophyllum* there has been described a far reaching growth of fragments and thalli.

The results of my experiments confirm all that I have mentioned in this short account of the bibliography. The basal end produces an extensive callus but herewith its activity is finished. The regenerative organs are produced on the apical end and also from the uninjured marginal cells to a great extent and in no regular order. They rise in a manner which does not show the normal dichotomy.

No fact results from my experiments allowing me to form an opinion of the factors producing the regenerative phenomena. I doubt it were some exterior factors (e. g. light, temperature) which decide what cell has to divide, because they were the same for all the cells in my experiments. It is hardly possible to take for this factor the quantity of nutrient material because the thallus consists of only one layer of cells and the fragment is homogenous surrounded by the nutritive medium. I am convinced that the injured place produces the so called « Wundhormone » which diffuse as a stimulant from cell to cell) as of is then. The fact how the cell proceeded in its development from the meristematic to the definite stadium is of great importance. The more it is at the begining of this process, the more readily it begins to divide itself and to produce new regenerative organs. Several newly produced adventive organs influence then the other cells of the old thallus and prevent further division.

DE GIGARTINIS

a
WILLIAM ALBERT SETCHELL
et
NATHANIEL LYON GARDNER

I. *CONSPECTUS COLLOCATIONIS SPECIERUM GIGARTINARUM QUOAD SUBGENERA.*

GIGARTINA, Stackhouse, 1809.

Cystocarpium compositum, plus minusve prominens in ramellis positis; frondibus cylindricis usque ad late membranaceis, inferne aut in toto dichotomis aut subdichotomis, superne ramulis ramellisque lateralibus distiche aut tetrastiche obsitis, intus mitenchymatis, i. e. filis interioribus gracilibus laxe sed regulariter reticulatis, extus cellulis minoribus in seriebus compactis anticlinisque. Typus genericus *Gigartina pistillata* (Gmel.) Stackh.

A. Cystocarpiis pericarpiis propriis filamentosis concentricis instructis (*Gigartinæ veræ*).

I. Frondibus teretibus aut levissime compressis; ramellis plane tetrastichis :

a. Cystocarpiis in ramellis normalibus, singulis aut sparsis :

1. Subgenus ***Eogigartina*** nom. nov.
Typus *G. acicularis* (Wulf.) Lamour.

b. Cystocarpis in ramellis propriis, seriatis :

2. Subgenus ***Mesogigartina*** nom. nov.
Typus *G. serrata* Gardner.

II. Frondibus compressis usque ad complanatis; ramellis stricte distichis, marginalibus.

3. Subgenus ***Eugigartina*** (*Gigartina* Stackh., 1809)
Typus *G. pistillata* (Gmel.) Stackh.,

III. Frondibus compressis, complanatis, usque ad superne in membranis latis expansis, tetrastichis, ramulis lateralibus biformibus, marginalibus uniseriatis, late compressis usque ad membranaceis; superficiaribus vulgo papilliformibus, pauci- ad pluriseriatis.

a. Frondibus basi teretibus, mox compressis dichotomisque superne complanatis usque ad membranaceis; ramellis lateralibus, plus minusve complanatis, superficiaribus plus curtioribus, papilliformibus, polyseriatis :

4. Subgenus ***Chondracanthus*** (*Chondracanthus* Kuetz., 1843, lim. mut.)
Typus *G. Chaurinii* (Bory) J. Ag.

b. Frondibus basi cylindricis, dichotomis, vulgo curtis, superne in membranis late longeque expansis; ramellis marginalibus superficiaribusque papilliformibus :

* Soi i tetrasporangiferis verruciformibus, in papillis dispositis :

5. Subgenus ***Cheilogigartina*** nom. nov.
Typus *G. exasperata* Harv. et Bail.

** Sori tetrasporangiferis in substania frondis immersis :

6. Subgenus ***Chondrodictyon*** (*Chondrodictyon* Kuetz., 1843)
Typus *G. bracteata* (Gmel.) comb. nov. (= ***Fucus bracteatus*** Gmel., Hist. Fuc., 212, 1768)

B. Cystocarpiis prominentibus, papilliformibus, pericarpiis propriis deuntibus; soris tetrasporangiis nondum visis, probabiliter defectis; frondibus plus minusve palmatifidis, saltem in parte inferiore canaliculatis, marginibus papillas plurime carentibus (Gigartinae falsae).

7. ***Mastocarpus*** (an genus proprium ?) *Mastocarpus* Kuetz., 1843, lim. mut. *Mammillaria* Stackh., 1809, non *Mamillaria* Haw., 1812).

On the assumption that the later survey of J. A. Agardh (Analecta Algologica, Cont. V., 1899) represents fairly well both a reasonable conception of *Gigartina* and its species content, but that G. G. Agardh's divisions and subdivisions of the genus do not represent natural groupings, since species clearly unrelated are often grouped together, an attempt to bring something more of orderly association of groups of species indicates that the essential type is dichotomous in its main branching, but it, at least above, produces lateral branchlets of more or less limited growth and that these lateral branchlets are primarily tetrasichous in arrangement. What seem to be the least specialized forms have been placed in a subgenus *Eogigartina* (typified by *Gigartina acicularis* (Wulf.) Lamour.) and those in which the lateral shoots are more definitely specialized, in *Mesogigartina* (typified by *G. serrata* Gardner), the main fronds in both subgenera being terete or very nearly terete. With the progress in compression and flattening of the main fronds, various other changes have resulted in progression along lines which may be considered directly connected with the series of developments from a cylindrical frond, through those which become more compressed, to complanate, until, finally, the while plant becomes a broad flat membrane with the dichotomies slightly represented (at the base) or all but suppressed. In *Eugigartina* (typified by Stackhouse's generic type species, *G. pistillata* (Gmel.) Stack.) the compressed to complanate dichotomous fronds have lost the short ramelli from the surfaces, retaining them only on the margins, and hence have become merely distichous. In *Chondracanthus* (as typified by *G. Chaurinii* (Bory) J. Ag.) the strongly compressed, complanate, or even membranaceous upper dichotomies are still tetrastichous, often simply so near the summits, with the marginal lateral ramuli well developed, but the surface ramelli papilliform and, with the broadening of the frond, becoming pluriseriate (scattered over both surfaces). In this subgenus there is a series progressing toward the dichotomies more and more restricted to a basal position, reduced in number, and bearing the broader and broader membranaceous fronds as their ultimate divisions. This condition, foreshadowed in the broader species of *Chondracanthus*, is strongly accentuated in the subgenera *Cheilogigartina* and *Chondrodictyon*, in which the basal dichotomies are few, ultimately reduced even to a mere indication of a single forking, while the broad blade or blades seem to represent the entire plant. In these subgenera the lateral outgrowths are reduced to extremely abbrevia-

ted ramelli, both the two uniseriate marginal series and the two (or occasionally only one) much multiplied pluriseriate superficial series. The true *Gigartinae,* those with a special pericarp, culminate in *Cheilogigartina* and *Chondrodictyon,* which differ from one another in the position of tetrasporangial sori. In *Cheilogigartina,* entirely boreal, the sori are prominent and always placed on papilliform ramelli, while in *Chondrodictyon,* almost entirely austral, they are immersed in the substance of the blade, even khere superficial papilliform ramelli are present.

A very different situation is found in *Gigartina mamillosa* and its allies, for which it seems best to retain *Mastocarpus* as a name for the subgenus, although *Mammillaria* Stackhouse (Tent. Mar. Crypt,. 55, 1809) is the earliest name applied. The phylesis of this group is apart from the main line of *Gigartina* as sketched above. The cystocarps lack a special pericarp layer; no tetraspor-angial sori have ever been associated with any of the species; and, in an overwhelming majority of the species, the papilliform ramelli are confined to the surfaces leaving the prominent, often slightly thickened margins naked. In the outline presented herewith they are retained in *Gigartina* but farther studies may suggest their removal to a separate genus, *Mastocarpus* (Kuetz., 1843, lim. mut) or *Mammillaria* Stackhouse, 1809 (non *Mamillaria* Haw., 1812), if nomenclatorial policy allows of the resurrection of the latter.

II. *SPECIES GIGARTINAE AUSTRALIANAE ZANARDINIANAE REXAMINATAE.*

Gigartina orbicularis Zanardini, Flora 57 : 501, 1874.

Habitus et structure frondis, ut a Zanardini descriptae et in specimine singulo typico exhibitae cum *Pachymeniam* congruendae et ad *P, apodam* J. Ag. (1899) valde approximatae sunt. Species Zanardiniana est referenda ut *Pachymenia orbicularis* (Zan.) comb. nov.

Gigartina orbicularis Zanardini, Flora, 57 : 501, 1874.
Pachymenia apoda J. G. Agardh, Till. Alg. Syst., 6 : 14, 1890.

Gigartina pumila Zanardini, Flora, 57 : 502, 1874.

Specimen typicum unicumque, apparente juvenile, 1.75 cm. altum, forsan status immaturus *G. congestae* Zan. sit.

Gigartina cincinnalis Zanardini, Flora 57 : 502, 1874.

Specimen typicum unicum, manu Zanardini « circinatus » inscriptum, non est species Gigartinae, sed habitu structuraque cum tabula Kuetzingii (Tab. Phyc., 16 : pl. 76, a-c, 1866) *Mychodeae hamatae* multiori congruit.

Gigartina congresta Zanardini, Flora, 57 : 502, 1874, est, in specimene typico unico, valde ad *G. macrocarpam* J. Ag. cognata, sed ramulis lateralibus stricte distichis differenda. Species Zanardiniana distincta et autonoma videter.

Gigartina aculeifera Zanardini, Flora, 57 : 502, 1874, sub « *G. aciculifera* », nomen orthographiae typographicae falsae, in speciminibus duobus in herb. Zanardini conservata, est species propria et eadem ut *Chondroclonium corniculatum* Kuetzingii in Tab. Phyc., 17 : pl. 67, c, d, 1867 (non *Fucus corniculatus* R. Br., in Turner, Fuci, 3 : pl. 182, 1811). Ea in subgenus Eugigartinae ponenda est et a *G. congesta* per ramellos acutos uncinatosque distinguenda.

The five Australian or Tasmanian species of *Gigartina* described as new by Zanardini in Flora in 1874 ave been placed by J. G. Agardh (Spec. Alg., 3 (1): 205, 1876) among the *species inquirendae* or admitted by De Toni (Syll. Alg., 4 : 200, 213, 217, 227, 1897) as independent, but without comment other than from the original account. Through the extreme kindness of Professor Dr. Michelangelo Minio, Conservatore del Museo Civico di Storia Naturale of Venice, photographs and minute fragments were supplied for study. The bried notes given above and the opinions as to identity of Zanardini's species are due to Professor Minio's generous responses to the requests of the authors.

III. *REVISIONES NOMENCLATURAE SPECIERUM.*

Subgenus **Eugigartina**

1. *Gigartina Muelleriana* nom. nov.
G. flabellata J. G. Agardh, Spec. Alg. 2 (1) : 265, 1851; Kuetzing, Tab. Phyc., 19 : 6, pl. 16, 1869; non *G. flabellata* Kuetzing, Spec. Alg., 751, 1849, Tab. Phyc., 18 : 2, pl. 5, a, b, 1828. *G. chondroides* Hooker et Harvey, Lond. Jour. Bot. 6 : 407, 1847; Harvey, flor. Tasm., 2 : 325, 1859; non *G. chondroides* Bory, Voy. Coq.: 154, 1828.

2. *G. pinnata* J. G. Agardh, Spec. Alg. 2(1) : 270, 1851; Kuetzing, Tab. Phyc., 19 : 6, pl. 17, 1869. *Vera !* Non *G. pinnata* Harvey, Phyc. Austr., 2 : pl. 68, 1859.

3. *G. crassicaulis* (Ag.) comb. nov.
Sphaerococcus crassicaulis C. A. Agardh, Spec. Alg., 1(2) : 273, 1822; *G. livida* J. G. Agardh, Spec. Alg., 2(1) : 270, 1851 (pro parte, sed non *Fucus lividus* Turner, Fuci, 4 : 140, pl. 254, 1819); *G. pinnata* Harvey, Phyc. Austr. 2 : pl. 68, 1859 (non J. Ag.).

4. *G. insidiosa* J. G. Agardh, Anal. Alg., Cont. V : 22, 1899. Species distincta, loco typico, « Port Elliott, S. Australia, » a J. L. Hussey lecta, 6/11/02, « habitu *Grateloupiae filicinae* similis, sed ramellis cystocarpiferis curtissimis, palmato digitatis. Specimen alterum ad hanc speciem a J. G. Agardhio dubie refertum, e Nova Zelandia (Akatore, Otago, R. M. Laing, No. 102), prope *G. decipientem* var. *semipalmatam* Laing et Gourlay transferendum sit.

Subgenus **Chondracanthus**

5. *G. Boryi* nom. nov.
Sphaerococcus (Chauvinii) intermedius Bory, Voy. Coq., 167, 1829, Atlas, pl. 20, f. 2, 1826. Species ad et *G. Chauvinii* et *G. Harveyanum* vergens sed *G. Chauvinii* quoad pinnulas latas longasque magis approximans, sed ramellis margina-

libus gracilioribus, teretioribus et non oblique laceratis differens.

Subgenus **Cheilogigartina**

6. *G. Harveyana* (Kuetz.) comb. nov.
Mastocarpus Harveyanus Kuetzing, Spec. Alg., 734, 1849, Tab. Phyc., 17 : 13, pl. 45, c-h, 1867. *Rhodymenia ciliata α microphylla* Harvey, *in* Hooker and Arnott, Bot. Beechey's Voy., 164, 1833; *Gigartina microphylla* Harvey, Ner. Bor. Amer., 2 : 176, pl. 38, A. 1853.

Subgenus **Chondrodictyon.**

7. *G. bracteata* (Gmel.) comb. nov.
Fucus bracteatus Gmelin, Hist. Fucorum, 212, 1768, pro maxima parte, quoad planta in Seba, Th., III, 192, pl. 103, n. 1, 17, 1758, sed non Rumphii, Herb. Amboin, etc., Turner, Fuci 1 : pl. 25, 1808, icon, excl. syn. Esperi; *G. radula* Auctt. pro parte, sed non *Fucus radula* Esper, Icon. Fuc., 2 : 3, pl. 113, 1802 (loco natali « Neuholland »). Typus species e Africa Australi proveniens et specimina e ortis natalibus alteris ad species alteras referenda sunt, *Mastocarpus bracteatus* Kuetzing, Tab. Phyc., 17 : pl. 13, 1867 (pl. cystocarp.) *Chondrodictyon capense* Kuetzing, Phyc. Gen., 396, 1843, Spec. Alg. 730, 1849 (pp.), Tab. Phyc. 17 : 6, pl. 21, 1867 (pl. cystocarp. at tetrasp.!)
« *G. radula* (Esper) J. Ag. » (pp.) est species etiam nunc inquirenda. Species Gigartinae Novae Hollandiae nulla convenienta refera est Forsan locus natalis Nova Zelandia sit; tunc *G. circumcincta* J. Ag. suspicata sit; specimen typicum in herb. Esperi examinandum est.

8. *G. Kuetzingii* nom. nov.
Mastocarpus papillatus Kuetzing, Tab. Phyc., 17 : pl. 45, a, b, 1867, non *Sphaerococcus papillatus* C. A. Agardh, Icon, Alg. ined., XIX, pl. XIX, 1821; non *G. spathulata* J. Ag., Anal, Alg., Cont. V, 28, 1899.

9. *G. polycarpa* (Kuetz.) comb. nov.
Mastocarpus polycarpus Kuetzing, Spec. Alg., 733, 1849, Tab. Phyc., 17 : 13, pl. 44 (pl. cystocarp. sub. orthogr. falsa,

« *M. polycystis* ») 1867; *Iridaea lapathifolia* Kuetzing, Spec. Alg., 729, 1849, Tab. Phyc., 17 : 5, pl. 16, 1867 (pl. tetraspor.)

10. *G. verrucosa* (Kuetz.) comb. nov.
Mastocarpus verrucosus Kuetzing, Tab. Phyc., 17 : 12, pl. 42, 1867.

11. *G. incrassata* (Kuetz.) comb. nov.
Mastocarpus incrassatus Kuetzing, Tab. Phyc., 17 : 12, pl. 41. 1867.

12. *G. Hystrix* (Ag.) comb. nov.
Grateloupia Hystrix C. A. Agardh, Spec. Alg., 1(2) : 223, 1822 (fide J. G. Agardh, Spec. Alg., 2(1) : 279, 1851).
« Mastocarpus radula » Kuetzing, Tab. Phyc., 17 : pl. 40, c, d, 1867 (fide J. G. Agardh, loc. cit.).

13. *G. Turneri* nom. nov.
Fucus mammillosus Turner, Fuci, 4 : 53, pl. 218, figs a, b, 1819 (non *F. mammillosus* Goodenough et Woodward, Trans. Linn. Soc., 3 : 174, 1797, *vera !*).

14. *G. cristata* comb. nov.
G. papillata forma cristata Setchell, *in* Collins, Holden, and Setchell, Phycotheca Boreali Americana, 9 : N° 426, 1896; *G. mamillosa* f. *cristata*, Setchell, in Setchell and Gardner, Algae of Northwestern America, 301, 1903.

15. *G. Agardhii* nom. nov.
G. Batrachopus J. G. Agardh, Anal. Alg., Cont. V : 24, 1899 (non Bory, Voyage Coquille, 153, 1829); *Fucus mammillosus* var. *incurvatus* Turner, Fuci, 4 : 53, pl. 218, figs. n, o, 1819; *G. papillata* forma *dissecta* Setchell, *in* Collins, Holden, and Setchell, Phycotheca Boreali-Americana, 9 : N° 427, 1898; *G. mamillosa* f. *dissecta* Setchell, *in* Setchell and Gardner, Algae of Northwestern America, 302, 1903.

RECHERCHES SUR LA BIOLOGIE ET LA SYSTÉMATIQUE DE QUELQUES EUGLÉNIENS

par M. LEFÈVRE

Au cours des mois d'août et septembre derniers le planeton des mares et pièces d'eau du parc de Rambouillet renfermait un nombre considérable de Flagellés et Dinoflagellés (Euglènes, Phacus, Lepocinclis, Ceratium) sur lesquels il nous a été possible d'effectuer quelques observations intéressantes.

I. GENRE *EUGLENA* Ehrenberg

Euglena fusca (Klebs) Lemm.

Nous avons, en particulier, récolté dans la Mare de la Ferme Nationale, un planeton où *E. fusca* était fort abondante, ce qui nous a permis d'en faire une étude détaillée.

Cette Euglène se présente sous l'aspect d'une cellule fusiforme, très régulièrement acuminée vers l'extrémité caudale. Lorsqu'elle repose sur un substratum quelconque sans se déplacer, elle s'aplatit très fortement et se courbe en tous sens. Elle renferme des chloroplastes discoïdes, de petits grains de paramylon et deux anneaux très allongés de même substance.

A l'encontre de ce qui se passe chez *E. spirogyra,* ces anneaux ne paraissent jamais devenir des cylindres par l'effet de l'abondance des réserves nutritives. Le noyau est peu visible sans coloration.

Mais c'est surtout l'organisation de la membrane qui a retenu notre attention. Nous avions mis un certain nombre de cellules en

cultures sur milieu solide et elles ne s'étaient pas multipliées. Au bout de plusieurs semaines ces cellules furent dissociées par les bactéries et la membrane se réduisit en un grand nombre de lanières portant chacune une rangée de protubérances ornementales (fig. 1).

Il ne saurait être question de donner à ces protubérances le nom de « perles », car, vues à un fort grossissement, elles présentent une structure assez compliquée. En projection horizontale, elles sont carrées ou rectangulaires, légérement triangulaires au voisinage du flagelle. En projection verticale, elles donnent l'impression de petits tubes superposés surmontés d'une couronne de fibrilles cunéiformes disposées en éventail. Ces petits organes sont fortement colorés en brun et c'est surtout à leur présence qu'*E. fusca* doit sa coloration. Nous les croyons formés, comme G. Deflandre le faisait remarquer pour *Phacus hispidula*, d'un mucus secrété par la cellule et qui a filtré à travers les pores de celle-ci. Nous avons cherché à reconnaître une structure analogue sur les protubérances ornementales d'*E. spirogyra*, mais nous ne l'avons pas rencontrée. Elles se présentent simplement sous l'aspect des figures 6 et 7.

L'examen des protubérances ornementales semble donc fournir, avec le flagelle, un caractère différentiel certain pour la distinction de ces deux espèces.

Il existe sur *E. fusca* des différences de puissance dans les files ornementales. On rencontre souvent (fig. 4) trois files faibles entre deux files fortes; souvent encore, la puissance de la file médiane est intermédiaire entre celle des files extrêmes et celle des files moyennes (fig. 5) mais nous n'avons jamais observé la transformation des files d'ornements en stries comme chez *E. spirogyra*. Le premier organe ornemental de chaque file est triangulaire très allongé au voisinage du flagelle. L'ensemble forme une couronne que nous avons du reste retrouvée aussi chez *E. spirogyra*. Dans l'ensemble, l'ornementation d'*E. fusca* est beaucoup plus stable que celle d'*E. spirogyra* et la distinction entre ces deux espèces devient facile.

Nous avons écrasé entre lame et lamelle de nombreuses *E. fusca*. Toutes les protubérances ornementales se séparent alors de la membrane et celle-ci apparait très peu colorée, pourvue de files de perforations séparées par des stries longitudinales à peine visibles. Ce sont cependant ces stries qui semblent être les lignes de

faible résistance de la membrane et qui cèdent les premières au cours de la désagrégation.

Enfin, nous avons de bonnes raisons de croire que, chez certains individus au moins, ou peut-être à certaine époque de sa croissance,

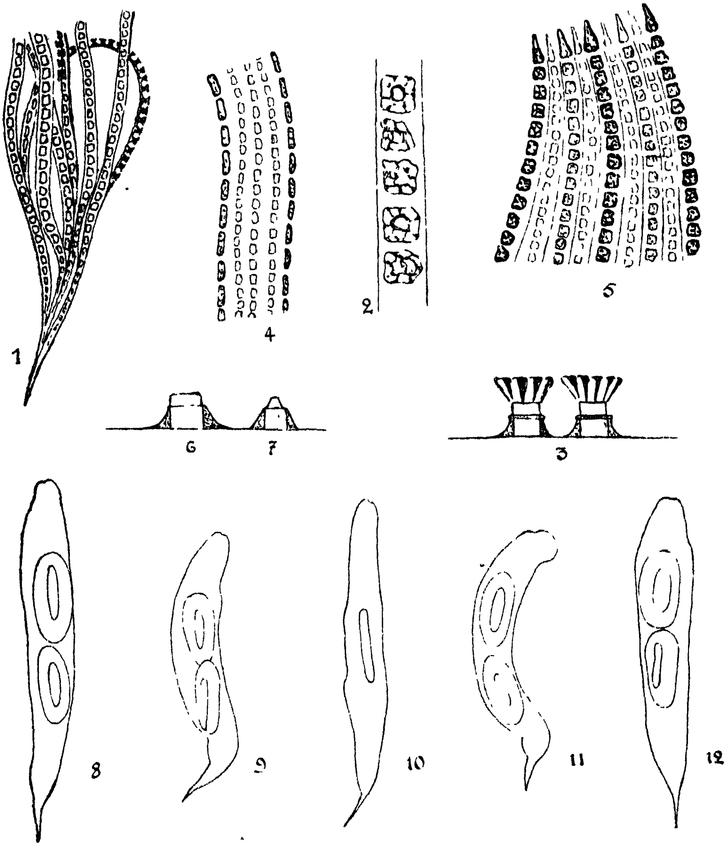


Fig. 1 à 12. — 1, membrane d'*E. fusca* dissociée en lanières par des bactéries. — 2 et 3, aspect des protubérances ornementales d'*E fusca.* — 4 et 5, différentes combinaisons d'ornementation d'*E. fusca.* — 6 et 7, projection verticale des protubérances ornementales chez *E. spirogyra.* — 8 à 12, quelques silhouettes d'*E. fusca.*

la cellule entière, protubérances comprises, est enveloppée d'une très fine membrane transparente.

Tout ce qui précède corrobore donc entièrement les observations de P. A. Dangeard, puis de Pierre Dangeard et de Deflandre sur

le rôle important des productions mucifères chez les Eugléniens.

L'étude des espèces obtenues en culture jointe à celle des formes rencontrées dans la nature nous conduit à envisager une révision des Euglènes du groupe *spirogyra*.

Tout d'abord, nous pensons qu'*E. fusca* a été très souvent prise pour *E. spirogyra*, car jusqu'à ce jour, la longueur du flagelle seule permettait de distinguer ces deux espèces et bien rares sont les récoltes où l'on retrouve les flagelles après fixation.

Lemmermann dans son travail de la Susswasserflora donne comme dimensions d'*E. fusca* : 90-225 µ. Il y a probablement erreur. Aucune des cellules que nous avons examinées et dont la longueur était comprise entre 80 et 130 µ ne présentait l'ornementation que nous venons de décrire chez *E. fusca*; de plus, aucune de ces cellules n'était colorée en brun, mais en jaune souvent très pâle (observation déjà faite dans nos cultures). Au contraire, toutes les cellules dont la longueur était comprise entre 170 et 250 µ portaient l'ornementation du type *fusca*. Ces observations ont été faites sur des Euglènes provenant de stations très différentes : France (région parisienne, Somme), Espagne, Afrique (Madagascar).

Nous ne pouvons affirmer qu'il existe pour *E. fusca* une variété *minor* parallèle à celle que nous avons décrite pour *E. spirogyra* mais cependant nous le pensons.

Nous pouvons donc résumer ainsi les caractères différentiels d'*E. spirogyra* et *E. fusca*.

E. spirogyra type	*E. fusca* type
Longueur : 80-130 µ.	Longueur : 170-225 µ.
Flagelle très court.	Flagelle très long.
Couleur jaune clair.	Couleur brune.
Protubérances ornementales simples.	Protubérances ornementales compliquées.
Ornementation très variable.	Ornementation assez stable.
Très rarement planctonique.	Souvent planctonique.

Nous ne pouvons entreprendre une révision de toutes les espèces du groupe spirogyra car nous manquons encore de documentation sur certaines formes rares ou très rares (*E. spiroïdes, pseudo spiroïdes, Grisolii*, etc.) mais nous pouvons déjà affirmer qu'à notre sens, les variétés d'*E. spirogyra* créées par Lemmermann entrent toutes dans la marge de variation du type et n'ont pas de raison d'être conservées.

Euglena Heimii sp. nov. (1)

Dans le Planeton de la Mare de la Ferme Nationale nous avons rencontré en abondance une grande Euglène très métabolique dont l'originalité réside dans ses réserves nutritives. Celles-ci sont com-

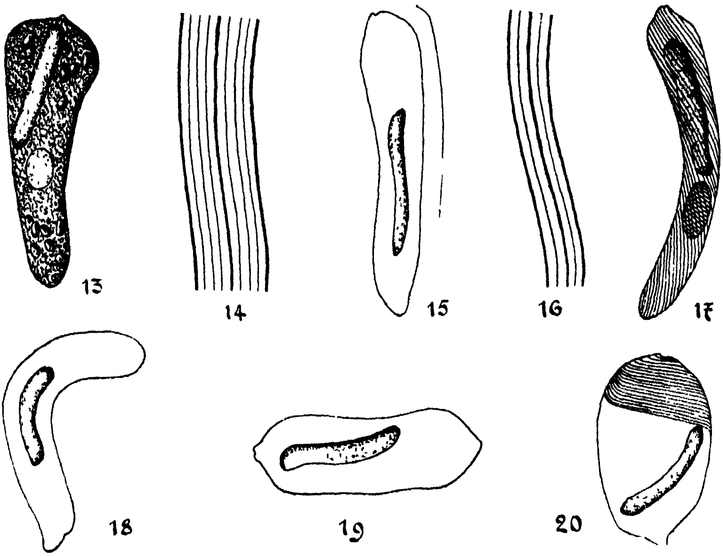


Fig. 13 à 20. — *Euglena Heimii*. — 13, aspect général de la cellule. — 17, striation. — 14 et 16, deux aspects de la striation vue à un très fort grossissement. — 15 et 18 à 20, aspect du paramylon dans la cellule.

posées de nombreux grains presque sphériques de paramylon et d'un seul grand bâtonnet cylindrique de même substance légèrement recourbé en S aux extrémités. C'est une exception très rare chez les Eugleniens dont les grains principaux de paramylon, quand ils existent, vont toujours par deux (*E. spirogyra* et var. *minor*, *E. fusca*, *E. oxyuris*, *E. tripteris*, etc.).

L'ornementation est formée de stries très facilement visibles, alternativement puissantes et faibles comme le montrent les figures 14 et 16 (Différence visible seulement à l'immersion). Les chloroplastes sont très petits, discoïdes, la tache oculaire large et pâle.

(1) Dédiée à M. Roger Heim en témoignage de sincère amitié.

Le noyau est ovoïde et volumineux. La cellule fixée par le formol se présente sous des aspects extrêmement différents comme le montrent les figures 13, 17 et 20. La membrane présente parfois une légère coloration jaune. Les dimensions oscillent entre 140 et 180 μ.

Cette Euglène semble appartenir au groupe de l'*Ehrenbergi* dont elle possède la forme générale. Elle diffère de celle-ci par ses dimensions et surtout par la forme de ses réserves nutritives, caractère constant comme nous l'avons fait remarquer dans un précédent travail.

II. GENRE *PHACUS* Dujardin

Phacus Raciborskii Drezepolski

Ayant observé cette espèce assez rare dans de bonnes conditions, nous croyons utile d'en donner à nouveau une description, celle de Drezepolski, en français étant un peu sommaire.

L'espèce se présente sous l'aspect d'une cellule formée de deux

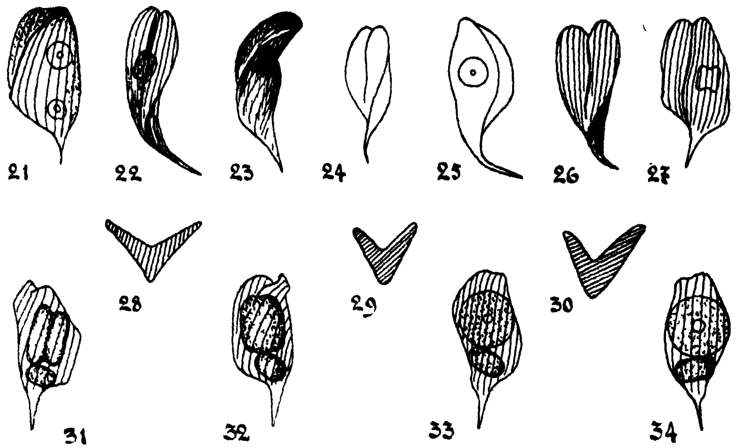


Fig. 21 à 34. — *Phacus Raciborskii* 21 à 27, cellules peu chargées en paramylon, vues sous différents angles. — 28 à 30, coupes transversales. — 31 à 34, individus pourvus de grosses réserves de paramylon : à remarquer la différence de silhouettes avec les cellules précédentes.

ailes minces terminée par une queue acérée. Le pli dorsal est très proéminent et la face ventrale très fortement concave. La section transversale est quadrangulaire (quadrilatère concave), les chroma-

tophores sont discoïdes et assez nombreux. Les dimensions oscillent autour de 35 µ pour la longueur et 12 µ pour la largeur.

Les réserves principales de paramylon se composent de deux grains de grosseur inégale, l'un du type « en bobine », l'autre ovoïde. Tous deux semblent perforés. La membrane est ornée de côtes fines et nombreuses. Nous n'avons pas vu le flagelle.

La silhouette de la cellule varie considérablement suivant l'importance des matières de réserve. La comparaison des deux groupes de figures 21 à 27 et 31 à 34, montrera les différences mieux qu'une longue description. C'est la confirmation de l'opinion que nous avions déjà émise dans un précédent travail tendant à montrer l'influence des matières de réserve sur la morphologie de la cellule.

Cette espèce a été rencontrée dans le plancton de la mare de la Ferme Nationale (Parc de Rambouillet).

Phacus orbicularis Hübner.

G. Deflandre et nous-mêmes avons décrit chez certaines espèces de *Phacus : Ph. pleuronectes, Ph. longicauda, Ph. costata*, de fines stries transversales parallèles situées entre les côtes longitudinales. Nous avions cherché à découvrir ces stries chez *Ph. orbicularis,* mais en vain.

Le planeton de la Mare de la Ferme Nationale contenait, cette année, une population assez dense de *Ph. orbicularis* et sur presque toutes les cellules vides que nous avons observées, nous avons découvert les stries transversales avec facilité et sans le secours d'un objectif à immersion.

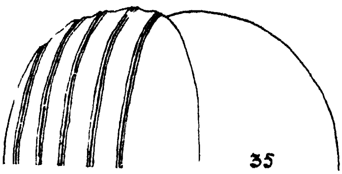
Des observations précédentes, il ressort que cette ornementation secondaire semble variable pour une même espèce suivant les races ou les stations dans lesquelles elles ont été récoltées. Il se pourrait cependant que la même structure existât chez tous les individus mais qu'elle ne soit visible avec notre optique encore imparfaite, que dans des conditions exceptionnelles.

Il n'est pas rare, en effet, de rencontrer striées dans certaines stations des espèces d'Euglènes ou de *Lepocinclis* qui ont été décrites originellement comme étant lisses.

Personnellement nous pensons que, normalement, toutes les Euglènes sont striées, que tous les *Phacus* présentent les fines stries

parallèles enre côtes, mais avec plus ou mois d'intensité, ce qui nous les rend souvent invisibles.

Nous avions cru, il y a quelques années, observer de fines stries parallèles entre les files ornementales d'Euglena spirogyra, mais nous pensions avoir été le jouet d'une illusion provoquée par une technique défectueuse et nous n'avions pas publié ce fait. Or, Klein signale, après imprégnation argentique, des stries analogues chez une *Euglena* sp. qui semble être *E. spirogyra*. Tout dernièrement, Chadefaud, à qui nous soumettions une *E. spirogyra* vivante pour


35

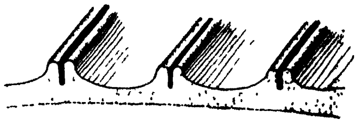

36

Fig. 35 et 36. — *Phacus curvicauda*, figures schématiques montrant la constitution des côtes et des cannelures.

trancher une question de cytologie, nous fit remarquer qu'il voyait des stries parallèles entre côtes. Ces stries étaient donc visibles, même sur le vivant, pour un œil exercé mais non prévenu.

Deflandre (communication verbale) se souvient avoir déjà noté de semblables stries chez *E. oxyuris* et nous-mêmes avions fait depuis longtemps la même remarque.

Comme on le voit, toutes ces observations ont été effectuées sur de très grandes espèces (100 à 250 µ) et cependant, elles sont à la limite de visibilité que peut nous procurer l'optique actuelle. Il n'y aurait donc rien de surprenant à ce que de nombreuses autres espèces présentent le même caractère mais qu'il passe actuellement inaperçu.

Phacus curvicauda Swir.

En examinant à un très fort grossissement des *Ph. curvicauda* privés de leur contenu cellulaire, nous avons remarqué que, chez certains individus les côtes longitudinales sont dédoublées et séparées par un mince sillon (Fig. 35 et 36). Jirovec avait déjà, chez certains *Phacus*, montré, au moyen d'imprégnations à l'argent, l'existence de lignes sombres qui semblent coïncider avec le sillon observé. Plus récemment, Deflandre a remarqué dans des préparations traitées

par la nigrosine, l'existence de lignes sombres coïncidant également avec les lignes argentiques de JIROVEC. Si l'on considère que la nigrosine n est pas à proprement parler un colorant, mais qu'elle met simplement certains détails en relief en se déposant dans les « creux » de l'objet étudié, nous sommes conduits à considérer la membrane des *Phacus* (Fig. 36) comme formée de bandes concaves bordées d'un léger bourrelet et juxtaposées.

Nous pensons, du reste pouvoir donner très prochainement de plus amples renseignements sur l'organisation de ces êtres si intéressants.

BIBLIOGRAPHIE

Allorge (P.) et **Lefèvre (M.)**. — Algues de Sologne. *Bull. Soc. Bot. de France*, T. LXXVII, 1930, p. 122-150.

Dangeard (P. A.). — Recherches sur les Eugléniens. *Le Botaniste*, VIII, 1902, p. 97-357.

Dangeard (P.). — L'appareil mucifère et le vacuome chez les Euglènes. *Annales de Protist.*, I, 1928, p. 69-71.

Deflandre (G.). — Monographie du genre *Trachelomonas*. Nemours 1926.

Deflandre (G.). — Algues d'eau douce du Venezuela. *Rev. Algol.*, III, 1926, p. 211-241.

Deflandre (G.). — Sur la structure de la membrane chez quelques *Phacus*. *Annales de Protist.*, III, Fasc. 2-3, 1931.

Deflandre (G.). — Contributions à la connaissance des Flagellés libres I. *Annales de Protist.*, III, Fasc. 4, 1932.

Drezepolski (R.). — Supplément à la connaissance des Eugleniens de la Pologne. « *Kosmos* », Vol. 50, Fasc. 1. A. 1925, p. 173-270.

Jirovec (O.). — Die Silberlinien bei einigen Flagellaten. *Arch. f. Protistenk.*, LXIII, 1929, p. 209-214.

Klein (B. M.) — Ueber das Silberliniensystem einiger Flagellaten. *Arch. f. Protistenk.*, LXXII, 1930, p. 404-419.

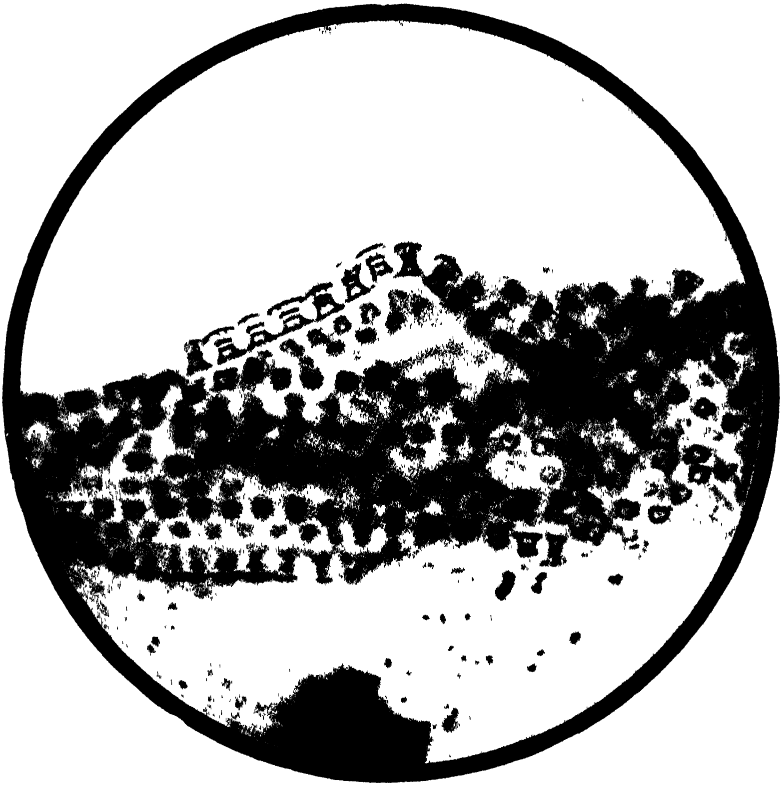
Lefèvre (M.). — Voir **Allorge.**

Lefèvre (M.). — De la valeur des caractères spécifiques chez quelques Eugléniens. *Trav. crypt. dédiés à L. Mangin,* Paris, 1931.

Lefèvre (M.). — Su rle déterminisme des variations morphologiques et ornementales chez quelques Eugléniens. *Annales de Protist.* Vol. III, fasc. 4, 1932.

Lemmermann (E.). — Eugleninae, in *Süsswasser-Flora,* Heft 2, Flagellatae II. Jena 1913.

BIOLOGIE D'EUGLENIENS. — Pl. 1.



Protubérances ornementales chez *Euglena fusca*.
(Obj. × 92 Fl. Nachet Oc. × 6 project.).

MICROPHOTO R. LAMI ET M. LEFÈVRE.

THE TAXONOMY
OF SCYTONEMA AND *TOLYPOTRIX*
including some new records and new species from India and Ceylon.

by YAJNAVALKYA BHARADWAJA

With seven Figures in the Text.

I

THE TAXONOMY OF *SCYTONEMA* AND *TOLYPOTHRIX*

As a result of certain recent investigations into the morphology of the Scytonemataceae, the taxonomy of *Scytonema* and *Tolypothrix* should be reviewed. It will be best to consider the essential features separately in the following.

a) PSEUDOBRANCHES.

As has been pointed out elsewhere (1), both the single and the geminate pseudobranches of the Scytonematacele may arise by the side of dead cells, of heterocysts with one or two pores or of dead cells adjoining such heterocysts, and no one type of branching has been found to be distinctive of a particular species. The production of geminate branches by the formation of loops has also been found not to be characteristic of any species, since when such branches occur, they are accompanied by others formed in the usual manner.

At the present time *Scytonema* and *Tolypothrix* are distinguished from one another by the usual formation of geminate (sometimes single) branches remote from heterocysts in the former and of single branches by the side of heterocysts in the latter. But the

occurence of geminate branches remote from heterocysts has been noted in many species of *Tolypothrix*, and extensive observations show that there is hardly any member of the two genera under consideration in which both methods of branching may not occur. A distinction based upon the relative number of the two kinds of branchings can scarcely afford a hard and fast line of demarcation between the two genera, since many gradations between « more geminate branches than single ones » and « more single branches than geminate ones » are to be found. Geitler (*4*, p. 740) remarks that *Tolypothrix* (*Hassalia*) *heterogena* Gardner (which is reported to possess geminate and single branches in equal numbers) should be referred to *Scytonema*, but he makes no mention of *Scytonema subgelatinosum* Gardner in which the branches are mostly single and adjacent to heterocysts (*3*, pl. 15, fig. 29). Even in one and the same species the relative number of single and geminate branches may vary; thus *S. dilatatum* possesses many single and a few geminate branches, while its forma *major* shows the opposite condition. These two plants resemble each other closely in other respects and it would hardly be justifiable to place them in different genera, merely because of the relative numbers of the two types of branches.

Moreover, it is not always clear from the published descriptions and figures whether the heterocysts adjacent to single branches in *Tolypothrix* are intercalary, with a pore at each end, or terminal, with a pore at the end adjoining the next living vegetative cell. There is, however, abundant evidence that forms with single branches arising by the side of either type of heterocyst have been referred to *Tolypothrix* (cf. e. g. *4*, Figs. 457, 461 d and e, 469 and 472). Observations on a large number of falsely branched Scytonemataceae show that there is hardly a species in which one cannot find formation of single branches adjacent to a two-pored heterocyst which is always in an unhealthy condition and ultimately behaves like a degenerating cell. Cursory examination may fail to reveal such cases, but a prolonged search would certainly lead to their discovery, especially if the material be treated with chlor-zinc-iodide to make the degenerated and distorted heterocysts distinguishable from similar dead or degenerating cells. Species of *Scytonema* with single branches arising by the side of two-pored heterocysts have been recorded (2, Figs 259, 261, 271, and *3*, Pl. 15, Figs 26, 27, 29; cf. also 4. Figs 483 a; 486 a, b and e). The development of geminate branches adjacent to

such heterocysts has also been observed by me in many of the forms examined though no such case has so far been recorded.

Relatively few forms have been found having single pseudobranches arising by the side of dead cells adjacent to one-pored heterocysts or, after the disappearance of the intervening cell, by the side of the heterocyst itself. The direct development of a pseudobranch adjacent to a one-pored heterocyst has never been observed by me; in all cases there was an intervening dead cell or a space left by its disappearance. As has already been pointed out (*1*, p. 26) such heterocysts are formed secondarily from the end-cell of the segment adjoining that which develops into the branch after the trichome has become segmented by the degeneration of an intercalary cell. In normal filaments such heterocysts are usually in a healthy condition and, though their function is not apparent, their formation is certainly a distinctive feature of some morphological interest.

The preceding matter shows clearly that the present distinction between *Scytonema* and *Tolypothrix* is unsound and that a clear separation of these two genera is impossible on the old basis. The occurrence of single or geminate branches, whether adjacent to or remote from two-pored heterocysts, fails to yield any sound diagnostic character, and the only feature that appears to afford a valid and useful taxonomic character is the development of the one pored heterocysts just discussed in relation to branching. In this respect most of the hitherto described species of *Tolypothrix* are quite distinct from those of *Scytonema* so that the adoption of this as the diagnostic character for the former genus would not entail any considerable redistribution of the species. It is therefore proposed to distinguish *Tolypothrix* from *Scytonema* by the possession of single branches arising by the side of one-pored heterocysts or of dead cells adjoining such heterocysts, irrespective of the simultaneous occurence of either single or geminate branches arising in other ways. This will necessitate the transference of the following species of *Tolypothrix* to *Scytonema* : *T. Willei, robusta, amoena, papyracea, fragilis, brevis, granulata, rugulosa, discoidea, scytonematoides.* There remain a number of species which do not afford sufficient data to enable one to judge of the exact nature of the heterocysts adjoining single branches. The genus *Tolypothrix* may, in view of the formation of one-pored heterocysts in relation to branching, be considered to be more advanced than *Scytonema*.

b) *THE CHARACTERS OF THE SHEATH.*

It has been pointed out (*1*, p. 17) that thickness of the sheath, especially in subaerial forms, has little diagnostic value since it may vary, not only in the same form, but even in different parts of the same filament. In the older filaments of a stratum in which the cells of the trichome are moribund the sheath is usually much thicker than in the younger healthy ones. In *Scytonema pseudoguyanense* the thickness of the sheath ranges from 2,1 μ (at the apices of normal filaments) to 7,3 μ (in old and unhealthy filaments) and in *Tolypothrix magna*, both in young and old filaments, the thickness of the sheath varies between 6,8 and 11,0 μ. A system of classification based on the thickness of the sheath is therefore unsatisfactory, and it appears scarcely desirable to retain the old method of classifying the species of *Tolypothrix* into those with » a thin sheath (distinctly thinner than the trichome) » and those with « a very thick sheath (as thick or almost as thick as the trichome) ».

Evidence has also been produced to show that the type of stratification of the sheath varies with environmental condition (*1*, pp. 255, 256). *Scytonema mirabile*, collected from stone worl during the rainy season, possesses slight (yet distinct) divergent stratification, while an aquatic form of this species shows indistinct parallel stratification. In *S. saleyeriensis* var. *indica* and *S. pseudohofmanni* forma the sheath normally possesses parallel layers but at the apices a distinct divergent stratification may be recognised, while *S. myochrous* forma which usually shows distinct divergent stratification in the sheath has indistinct parallel stratification in the new growth produced after a period of rest. Again in *S. ocellatum* indistinct divergent layers can be recognised in the sheath. These instances show that thy type of stratification of the shath is not always a reliable diagnostic character. Until, however, it has been proved experimentally that the same form can possess different types of stratification in different habitats, the present practice of distinguishing species on the basis of the type of stratification of the sheath may be retained.

c) *THE CHARACTERS OF THE TRICHOMES AND CELLS.*

In aquatic forms (e. g. *Scytonema simplex, Tolypothrix tenuis* and *T. nodosa*) the trichome usually remains of more or less the same thickness both in young and old filaments, but in subaerial forms it generally narrows down appreciably in the older filaments prior to dying away completely. The decrease in thickness of the trichomes in the latter forms is invariably accompanied by the elongation of the cells, a change which is generally accomplished very gradually. When however conditions are very acute, the cells may narrow down and elongate soon after they are formed at the growing apices, so that in old and unhealthy parts of the filament the cells may be only half as wide and many times longer than those at the growing apices (e. g. *S. amplum*). In other cases (*S. Geitleri*) the cells either undergo these changes or become muchswollen by vacuolization and then collapse suddenly, eventually to disappear. In *S. ocellatum* the latter type of change is the usual one.

The description or determination of forms consisting largely of old and unhealthy filaments is therefore apt to lead to misconception, and it is advisable to take into account in the first place only such filaments as are in a normal and healthy condition. On this basis forms like *S. multiramosum* Gardner and *S. amplum* W. et G. S. West are to be regarded as bad species and it is not unlikely that they represent habitat or unhealthy forms of other species. The same appears to be true of *Tolypothrix Willei* Gardner, *T. papyracea* Gardner, *Scytonema evanescens* Gardner, *S. variabile* Gardner and *S. catenulum* Gardner.

In some cases the trichome of a healthy filament gradually broadens towards the growing apex (e. g. *S. dilatatum* and *S. Hofmanni* var. *crassa*) and this appears to be a feature which is of taxonomic value. A torulose condition of the trichome is certainly a distinctive systematic character provided its occurrence is established in normal healthy filaments, but the occurrence of occasional barrel-shaped cells is of no value at all. Such barrel-shaped cells are sometimes found at the end of a segment adjoining that which develops into a branch (e. g. *S. pseudohofmanni*) and are possibly due to the pressure exerted by the outgrowing branch. In other cases they are met with in old and disintegrating trichomes (*S. distorta* Kütz. var. *samoënsis* Wille).

Ordinarily the cells at the growing apices are flattened and shorter than those found further behind, but in some cases (*S. pseudo-hofmanni*) the apical cells are of just the same shape as others. This feature can also be used as a diagnostic character.

d) *HETEROCYSTS.*

In normal filaments the shape of the heterocysts affords quite a reliable diagnostic character, provided that only those as are in a healthy condition and not those adjoining a pseudobranch which are often distorted are taken into consideration. In some species (e. g. *S. pseudoguyanense*) the heterocysts are distinctly broader than the trichome and this feature too is valid for taxonomic purposes.

In old and unhealthy filaments the heterocysts may undergo the same changes as the vegetative cells before collapsing and eventually disappearing. In *S. multiramosum* var. *ceylonica* the heterocysts, which are normally 5,2-7,3 µ wide and 5,2-12,6 µ long, become attenuated in old and unhealthy filaments so that they are only 4,2 µ wide but as much as 23,1 µ long. Occasionally fragmentation of the trichome, accompanied by the formation of pseudobranches, may result from the degeneration of heterocysts. In such cases the latter may assume diverse forms which are of no value in taxonomy.

e) *FILAMENTS.*

Since the thickness of the sheath has been shown to be an unreliable diagnostic character the breadth of the filament, which partly depends upon this feature, also loses its value as a taxonomic character.

f) *SUGGESTED CLASSIFICATION OF* SCYTONEMA *AND* TOLYPOTHRIX.

The classification of *Scytonema* and *Tolypothrix* should therefore be modified as follows :

Scytonema.

Formation of single and geminate pseudo-branches by the side of dead cells, two-pored heterocysts or dead cells adjoining such heterocysts, and in the last case also by the formation of loops.

Tolypothrix.

Formation of single pseudo-branches by the side of one-pored heterocysts or dead cells adjoining such heterocysts* in addition to pseudo-branches formed in the same way as in *Scytonema*.

g) *CLASSIFICATION OF THE SPECIES OF* SCYTONEMA.

I. Marine.

II. Freshwater.

A. *Euscytonema* Largely aquatic. Sheath unstratified or for the most part with parallel stratification.

a) Trichome not torulose.

i. Cells quadratic or shorter than broad.
(Further classification based upon the breadth of the trichome in healthy condition).

ii. Cells quadratic or longer than broad.
(Further classification as under *i*).

b) Trichome torulose.
(Further classification as under *a*).

B. *Myochrotes*. Terrestrial. Sheath for the most part with divergent stratification.

a) Divergence little marked.

b) Divergence pronounced.

C. *Petalonema*. Largely aquatic. Sheath with pronounced divergent stratification, the successive layers being funnel-shaped.

* Forms in which such pseudobranches are very rare may as a matter of convenience still be retained in *Scytonema*.

h) *CLASSIFICATION OF THE SPECIES OF* TOLYPOTHRIX.

I. Marine.

II. Freshwater.

A. *Protolypothrix.* Pseudobranches as in *Scytonema*, but sometimes arising by the side of one-pored heterocysts or dead cells adjoining such heterocysts.

a) Largely aquatic. Sheath unstratified or for the most part with parallel stratification.

1. Trichome not torulose.

i. Cells quadratic or shorter than broad.

(Further classification based upon the breadth of the trichome in healthy condition).

ii. Cells quadratic or longer than broad.

(Further classification as under *i.*)

2. Trichome torulose.

(Further classification as under *i.*)

b) Terrestrial. Sheath for the most part with divergent stratification.

1. Divergence little marked.

2. Divergence pronounced.

B. *Eutolypothrix.* Pseudobranches mostly single and arising by the side of one-pored heterocysts or dead cells adjoining such heterocysts.

(Further classification as under A.)

II

NEW RECORDS AND NEW SPECIES OF *SCYTONEMA* AND *TOLYPOTHRIX* FROM INDIA AND CEYLON.

SCYTONEMA Agardh

1. ***Scytonema Fritschii*** Ghose, Journ. Linn. Soc. Bot. XLVI, p. 342, pl. 31, fig. 11, 1923.

a) Diam. fil. 14,7-16,8 μ; crass. vag. 2,1 μ, in old filaments up to 3,1 μ; diam. trich. 8,4-9,4 μ, at the growing apices up to 10,4 μ, when old narrowed down to 5,2 μ; heterocysts, lat. 8,4-10,5 μ, when old narrowed down to 6,3 μ, long. 8,4-37,8 μ.

Hab. Vandalur Tank, Madras (M. O. P. Iyengar)

The sheath of this alga is usually hyaline, rarely coloured yellow-brown.

Ghose's figares do not tally with his description of the species. An examination of the original material in the possession of Prof. Fritsch reveals that while his figures are quite correct there has been some mistake in the measurements given for certain parts. e. g. the trichomes measure 7-10 μ in breadth and not 7-8 μ, and the heterocysts measure 8-12 μ in breadth and not 18-22 μ.

b) Diam. fil. 16,8-18,9 μ, sometimes up to 21 μ; crass. vag. 1,75-2.1 μ, in old filaments up to 3,1 μ; diam trich. 8,4-10,5 μ, sometimes up to 12,6 μ, when old narrowed down to 4,2 μ; heterocysts, lat. 9,5-14,7 μ, long. 16,8-46,2 μ.

Hab. Vandalur Tank, Madras. (M. O. P. Iyengar)

The sheath in this case is usually hyaline, sometimes coloured yellow.

This alga differs from that described by Ghose in the slightly broader trichomes and the slightly greater range in the breadth of the heterocysts which are always single and more elongated.

2. ***Scytonema simplex*** Sp. Nov. (Fig.1, *A* and *B*)

Stratum thick, dirty blue-green or pale blue-green. Filaments irregularly bent and loosely entangled. Pseudobranches long, gemi-

nate and single in equal numbers. Sheath firm, hyaline, unstratified. Trichomes sometimes with indistinct septa and occasionally with slight constrictions at the joints. Cells usually elongate cylindrical, up to four times as long as broad, sometimes quadratic; at the growing apices flattened and barrel-shaped. Heterocysts single, sometimes in pairs, usually elongate cylindrical, rarely more or less quadratic, with convex end walls thicker than the longitudinal ones, as broad as the trichome.

Diam. fil. 14-15,7 μ; crass. vag. up to 2,1 μ; diam trich. 9,4-11,5 μ; heterocysts, lat. 9,4-11,5 μ, long. 11,5-46,2 μ.

Hab. Floating in a tank between mile-stones 65 and 66 on road between Kandy and Anuradhapura, Ceylon. (F. E. Fritsch)

This species comes close to *Scytonema Fritschii* Ghose from which it differs in the much thinner filaments, the slightly thicker trichomes, the thinner unstratified sheath, in the heterocysts being as broad as the trichome and the cells being up to four times as long as broad.

3. ***Scytonema Pascheri*** Sp. Nov. (Fig. 1, *C* and *D*)

Stratum thick, brownish green. Filaments irregularly curved and densely entangled. Pseudobranches few, long, usually geminate, only found in older filaments. Sheath firm, thick, pigmented, with distinct parallel layers; thinned at growing apices. Cells usually flattened, 1/2 - 1/3 times as long as broad, at the growing apices 1/3 - 1/5 times as long as broad; in old trichomes quadratic or cylindrical, up to three times as long as broad. Heterocysts few, mainly in old and unhealthy filaments, intercalary, single, quadratic or ellipsoidal.

Diam. fil. 18,9-22,1 μ; crass. vag. 4,2-5,8 μ, in old filaments sometimes up to 6,3 μ; diam. trich. 9,4-10,5 μ; (sometimes up to 11,5 μ), in old condition narrowed down to 6,3 μ; heterocysts, lat. 9,4-12,6 μ (sometines up to 13,6 μ), long. 10,4-18,9 μ (sometimes up to 21,0 μ).

Hab. On damp soil, Madras (M. O. P. Iyengar)

This species is characterised by its non-torulose trichomes, the very thick sheath and the flattened cells. It resembles *S. stuposum* (Kütz.) Born. in a number of respects but differs in the branches being slightly narrower than the main filaments, in the narrower

and non torulose trichomes, the much thicker sheaths which are firm and stratified and in the heterocysts usually being slightly broader than the trichome.

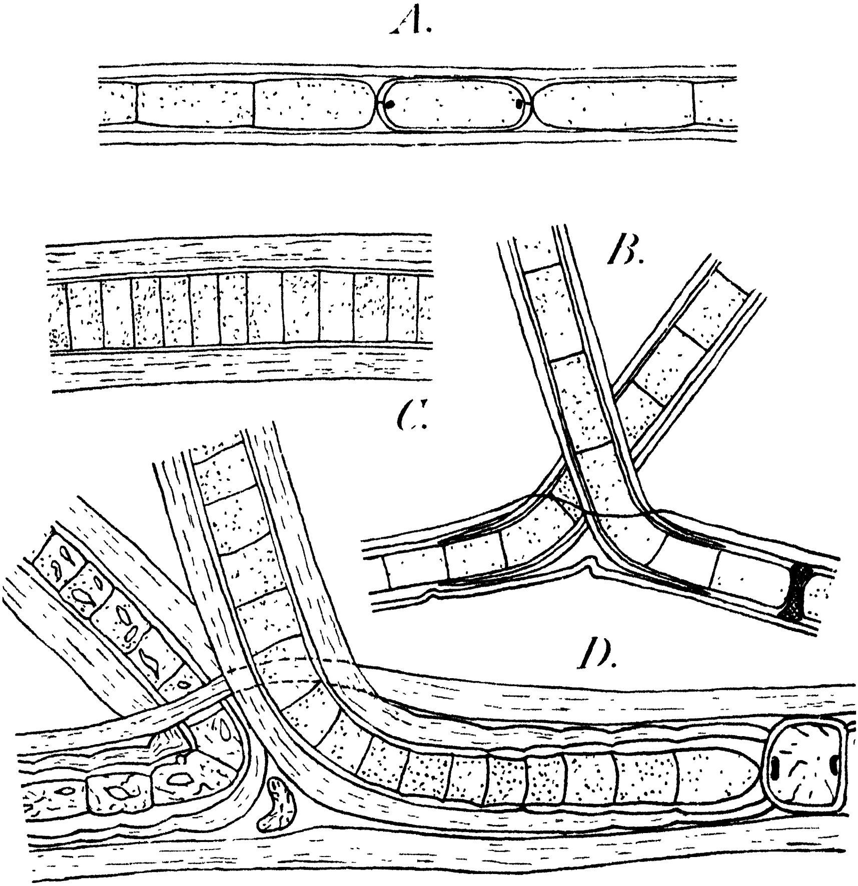


Fig. 1. — *A* and *B*, *Scytonema simplex* sp nov., *C*, portion of young filament and *D*, old filament of *S. Pascheri* sp nov. *A* and *B* × 650, *C* and *D* × 850.

4. *Scytonema Iyengari* Sp. Nov. (Fig. 2, *C* and *D*)

Stratum thick, dirty green or brownish green. Filaments irregularly bent and densely entangled. Pseudobranches few, usually short, single and geminate in equal numbers, only found in older filaments. Sheath firm, moderately thick, pigmented, with distinct parallel

stratification; gradually thinning towards the growing apices; stained violet with chlor-zinc-iodide. Trichomes at the growing apices usually slightly broadened and with occasional slight constrictions at the joints. Cells normally flattened, 1/2 - 1/3 times as long as broad; at the growing apices still more flattened; in older parts of the trichome elongate cylindrical and up to four times as long as broad. Heterocysts almost quadratic or cylindrical, usually slightly longer than broad, as broad as the trichome; when old greatly elongated and up to twice as long as broad.

Diam. fil. 15,7 23,1 μ; crass. vag. 2,1-4,2 μ, in old filaments up to 8,3 μ; diam trich. 9,4-14,7 μ, when old thinned down to 2,1 μ.

Hab. On moist rocks, among other Myxophyceae, in a jungle at Hantana above Peradeniya (3.000 ft. above sea-level), Ceylon. (F. E. Fritsch).

Owing to the flattened shape of the cells and the non-torulose trichomes this alga can only be compared with *S. lyngbyoides* Gardner and *S. Hansgirgi* Schmide, both of which it resembles in certain respects. It, however, differs from *S. lyngbyoides* in the much narrower filaments and trichomes, in the sheath being distinctly stratified and in the heterocysts being almost quadratic or longer than broad. It differs from *S. Hansgirgi* in the thicker filaments, the thinner trichomes and the thicker sheath, and in the heterocysts being almost quadratic or longer than broad.

5. ***Scytonema saleyeriensis*** [*] Weber-van Bosse, Siboga Exped., LIXa, p. 31, Taf. 1, Figs. 1-3, 1913.

Var. ***indica*** Var. Nov. (Fig. 2, *E*).

Stratum fluffy, brown or brownish green. Filaments irregularly curved and loosely entangled. Pseudobranches of moderate length, usually slightly thinner than the main filaments; geminate and single branches equally numerous. Shetah firm, thick, pigmented, usually with parallel stratification, sometimes at the apices and elsewhere with divergent layers; unstained with chlor-zinc-iodide. Septa distinct. Cells about half as long as broad or more or les quadratic, very much flattened at the growing apices; in old trichomes cylindrical and up to twice as long as broad. Heterocysts single, subquadratic

(1) Geitler (*l*. p. 762) writes « *saleyeriense* ».

or slightly flattened, w. n deformed spherical or subsepherical; in old filamens ellipsoidal, up to twice as long as broad.

Diam. fil. 18,9-21,1 μ, when old up to 23,1 μ or rarely 25,2μ; crass. vag. 3,7-5,2 μ, in old filaments up to 7,3 μ; diam. trich. 8,4-10,5 μ, when old narrowed down to 5,7 μ; heterocysts, lat. 7,3 11,5 μ, long. 6,3-18,9 μ.

Hab. On bark of trees, Tenmalai, S. ndia (M. O. P. Iyengar).

The alga differs from the type in the comparatively broad er filaments, the thicker pigmented sheath, in the branches being usually slightly thinner than the main filaments and the absence of constrictions at the joints (1).

6. ***Scytonema ocellatum*** Lyngb.

Diam. fil. 13,6-17,8 μ, when old up to 19,9 μ; crass. vag. 2,1 3,6 μ, in old filaments up to 4,2 μ; diam. trich. 9,4-11,5 μ very much thinner when old; heterocysts, lat. 9,4-12,6 μ, long. 5,2-16,8 μ.

Hab. On rocks round about pools near tank at Nalanda, Ceylon. (F. E. Fritsch).

i. Forma *minor*.

Diam. fil. 8,4-11,5 μ, when old up to 14,7 μ; crass. vag. 1,6-3,1 μ, in old filaments up to 3,6 μ; diam. trich. 5,2-6,3 μ; heterocysts, lat. 5,2-7,3 μ, long. 3,1-9,4 μ.

Hab. Intermingled with the type.

ii. *Forma*.

Differs from the type in the divergent stratification of the sheath.

Diam. fil. 14,7-15,7 μ, in old condition reduced to 12,6 μ; crass. vag. 2,6-3,1 μ (rarely 3,6); diam. trich. 8,4-9,4 μ, in old filaments reduced to 6,3 μ; heterocysts, lat. 8,4-11,5 μ, long. 4,2-11,5 μ.

Hab. On surface of rocks, among other Myxophyceae, near tank at Nalanda, Ceylon. (F. E. Fritsch).

7. ***Scytonema dilatatum*** Sp. Nov. (Fig. 2, *A* and *B*).

Stratum a thin woolly blue-green crust. Filaments irregularly curved and rather densely entangled. Pseudobranches few, modera-

(1) GEITLER (*4*, p. 745) considers *S. saleyeriensis* as « nicht torulos », but BOSSE's fiugure 2, shows distinct constrictions at the joints though she does not mention them in the description.

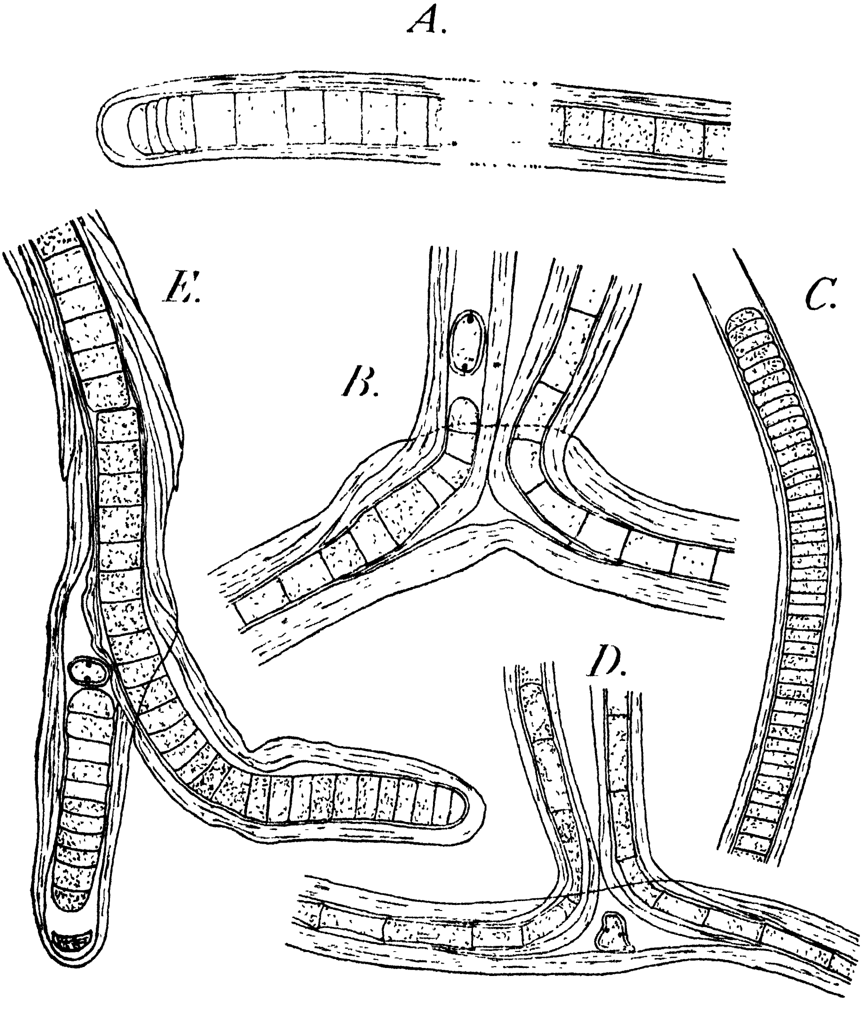


Fig. 2 — *A* and *B*, *Scytonema dilatatum* sp. nov. *C*, portion of young filament and *D*, old filament of *S. Iyengari* sp. nov. *E* *S. saleyeriensis* var. *indica* var. nov. *A* and *E* × 450, *B* × 950; *C* and *D* × 450

tely long, usually single, sometimes geminate. Sheath firm, thick, pigmented, with parallel stratification; unstained with chlor-zinc-iodide. Trichomes gradually broadening towards the growing apices, with sometimes indistinct septa. Cells almost quadratic; sometimes flattened, especially at the growing apices; in old trichomes cylin-

drical and usually much long er than broad. Heterocysts ellipsoidal, when deformed rounded or flattened.

Diam. fil. 14,6-18,9 μ, when old up to 20 μ (rarely up to 25,2 μ); crass. vag. 3,1-4,2 μ in old filaments up to 6,3 μ (rarely up to 8,4 μ); diam. trich. 8,4-9,5 μ, at the growing apices up to 10,5 μ (rarely up to 12,6 μ), when old thinned down to 4,2 μ; heterocysts, lat. 5,2-11,5 μ, long. 5,2-19 μ.

Hab. On soil of an embankment in experimental station at Gangarrowa, Ceylon. (F. E. Fritsch).

This species differs from *S. ocellatum* Lyngb. in its woolly stratum, the much thicker sheath, the ellipsoidal heterocysts and in the trichomes gradually broadening towards the growing apices.

Forma **major.**

Diam. fil. 20-26 μ, when old rarely up to 29,4 μ; crass. vag. 3,1-5,2 μ, in old filaments up to 6,3 μ (rarely up to 8,4 μ); diam. trich. 12-14,7 μ, at the growing apices up to 16,8 μ, when old narrowed down to 9,4 μ; heterocysts, lat. 12 14,7 μ, long. 12 23,1 μ.

Hab. On moist rocks, among other Myxophyceae, in jungle at Hantana, near Peradeniya, Ceylon. (F. E. Fritsch).

This form differs from the type in the thicker filaments and trichomes, the larger heterocysts, in the branches being usually geminate and sometimes single and in the sheath being stained violet with chlor-zinc-iodide.

8. ***Scytonema amplum*** W. and G. S. West, Journ. Linn. Soc., Bot., XXX, p. 270, Pl. 16, Figs 14 16, 1895.

Diam. fil. 19-22,5 μ; min. diam. ram. 16,8 μ; crass. vag. 4,2-6,3 μ, in old portions of filaments up to 7,8 μ; diam. trich. 8,4 9,4 μ, at the growing apices up to 13,6 μ, when old narrowed down to 4,2 μ; heterocysts, lat. 6,3-12,6 μ. long. 6,3-25,2 μ.

Hab. On rocks splashed with water from a water fall, Periyar, S. India. (M. O. P. Iyengar).

A well-preserved slide (N° 903 B) of *S. amplum* prepared by the Wests and in the possession of the British Museum (Natural History) has been examined by the writer and in his opinion its filaments are for the most part in an old and unhealthy condition and consequently show cells which are much narrowed down and elongate. The cells at the apices, on the contrary, are short and broad, and it is evident that the older ones degenerate rapidly, probably as a result of the ter-

restrial habitat (Fig. 3, *B*). A similar appearance is shown by the Indian specimens of this species excepts hat, probably owing to the moister habitat, the degeneration and elongation of the cells is gradual and not sudden. The splitting apart of the elongate degenerating cells at the septa has been observed both in the Indian and the West Indian specimens. These various specimens therefore give the impression of a form growing under extreme terrestrial conditions, but they do not afford sufficient data as to the normal condition of the filaments to enable one to identify it with any of the other described species of the genus.

9. ***Scytonema guyanense*** (Mont.) Born. et Flah., Frémy, Myx. d. Afr. équat. franç., Arch. d. Bot., iii (1929), Mem. 2, Fig. 265, 1930.

Var. ***prolifera*** Var. Nov. (Fig. 3, *C*).

Stratum a moderately thick, brownish green or yellow-brown crust with tufted growth. Filaments irregularly curved and densely entangled. Pseudobranches long, usually single. Sheath firm, pigmented, with parallel stratification; stained with chlor-zinc-iodide. Septa distinct. Cells quadratic or slightly longer than broad; in old trichomes cylindrical and greatly elongated. Heterocysts single, normally cylindrical; usually broader than the trichome and closely adpressed to the sheath.

Diam. fil. 10,5-11,5 μ, when old up to 16,8 μ; crass. vag. 2,1-3,1 μ, in old filaments up to 5,2 μ; diam. trich. 5,2-6,3 μ (very rarely 7,3 μ), when old narrowed down to 3,1 μ; heterocysts, lat. 5,2-8,4 μ (rarely up to 9,4 μ), long. 4,2-18,9 μ.

Hab. On moist walls in Trincomali, Ceylon. (F. E. Fritsch).

The alga differs from the type in the much thinner filaments and trichomes and in the heterocysts being usually broader than the trichome.

10. ***Scytonema pseudoguyanense*** Sp. Nov. (Fig. 3, *A*).

Stratum a thick cushion, with long erect threads, brownish green. Filaments irregularly curved and densely entangled. Pseudobranches numerous, invariably slightly narrower than the main filament, forming seconadry branches at an early stage, usually geminate, often arising as loops. Sheath firm, pigmented, with parallel stratifi-

cation. Cells almost quadratic; at the growing apices flattened; in old trichomes or parts of trichomes cylindrical, up to four times as long as broad. Heterocysts quadratic or cylindrical; when unhealthy ellipsoidal; usually longer than broad, rarely shorter than broad.

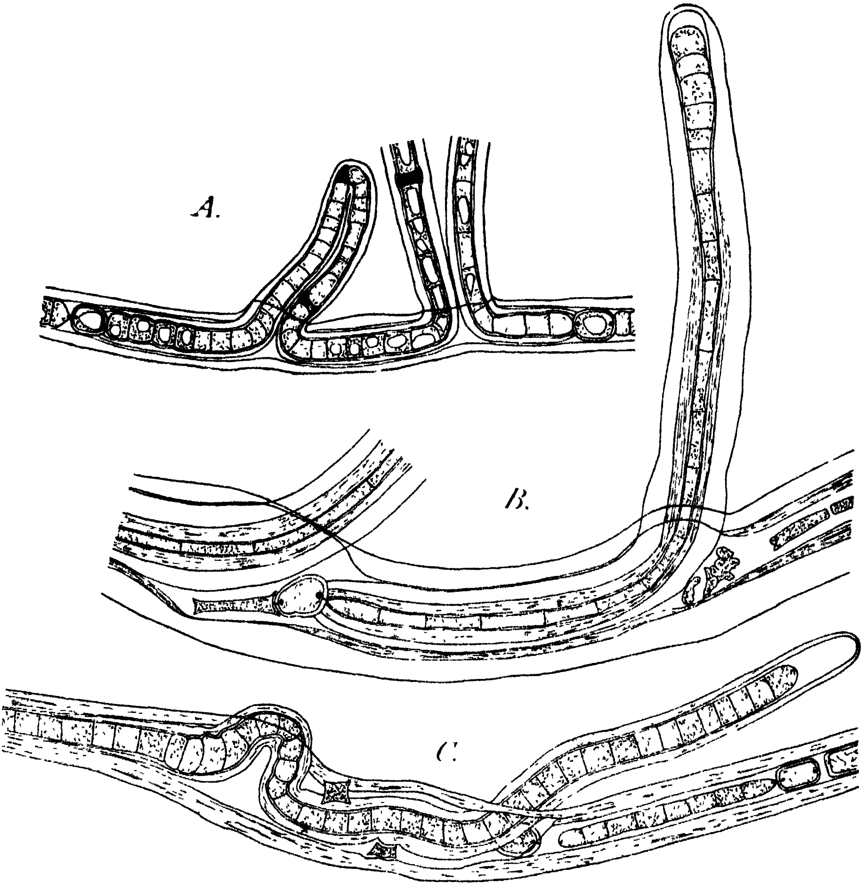


Fig. 3. — *A. Scytonema pseudoguyenense* sp. nov. most of the cells being unhealthy, *B, S. amplum prolifera* var. nov. *A* × 450; *B* × 625, *C* × 550

Diam. fil. 15,7-18,9 μ (sometimes up to 21 μ), when old up to 23,1 μ; crass. vag. 3,1 μ (sometimes up to 4,5 μ), at the growing apices occasionally as thin as 2,1 μ, in old filaments up to 7,3 μ; diam. trich. 8,4-9,5 μ (sometimes up to 10,5 μ), in old filaments narrowed down

to 5,2 μ; heterocysts, lat. 10,5-12,6 μ, long. 7,3-18,6 μ (in old filaments up to 21 μ).

Hab. On moist rocks of railway-cutting, Tenmalai, S. India. (M. O. P. Iyengar).

In spite of the formation of geminate branches by the production of loops this alga only approches *S. guyanense* (Mont.) Born. et Flah. which it resembles in the thick cushion-like stratum, in the thickness of the filaments, in the branches being long and curved, the sheath being firm, pigmented and stratified, and the cells being almost quadratic in healthy richomes. It differs in the much narrower trichomes, tfe much thicker sheath and in the heterocysts being broader than the trichome.

Forma.

Diam. fil. 10,5 μ, when old up to 12,6 μ; crass. vag. up to 2,1 μ, at the growing apices thinned down to 0,75 μ, in old filaments up to 3,1 μ; diam. trich. 6,3 μ, when old narrowed down to 4,2 μ (sometimes to 3,5 μ); heterocysts, lat. 6,3-8,4 μ, long. 5,2-12,6 μ.

Hab. Intermingled with the type.

11. ***Scytonema multiramosum*** Gardner, Myx. Porto Rico, Mem. N. Y. Bot. Gard., vii, p. 81, Pl. 18, Fig. 39, 1927.

Var. ***ceylonica*** Var. Nov. (Fig. 4, *C* and *D*).

Stratum a thick, dark brown crust. Filaments irregularly curved and loosely entangled. Pseudobranches usually long, geminate and single. Sheath firm, of variable thickness, pigmented, with parallel stratification, stata distinct only when coloured; usually thinner at the growing apices. Trichomes gradually broadening towards the growing apices. Cells quadratic or cylindrical, at the apical portions flattened or barrel-shaped with constrictions at the joints, in old trichomes or parts of trichomes much narrower and elongate cylindrical. Heterocystes quadratic or cylindrical, rarely slightly shorter than broad; usually as broad as the trichome in normal condition.

Diam. fil. 10,5-12,6 μ (sometimes up to 13,6 μ), when old up to 17,8 μ; crass. vag. 2,1-3,7 μ, at the growing apices asthin as 1,5 μ, in old filaments up to 5,2 μ (rarely up to 6,3 μ); diam. trich. 5,2-6,3 μ, at the growing apices up to 7,3 μ, when old narrowed down to 3,1 μ; heterocysts, lat. 5,2 7,3 μ (in old filaments narrowed down to 4,2 μ), long. 5,2-12,6 μ (in old filaments elongated up to 23,1 μ).

Hab. On surface of smooth clayey bank at the road-side, Lady Horton's Walk, Nuwara Eliya, Ceylon. (F. E. Fritsch).

The alga differs from the type in the filaments not being in bundles, in the usually elongate geminate and single branches which are distributed uniformly, in the absence of any divergence in the stratification of the sheah at the apices of old filaments and in the apical cell being the broadest and usually rounded.

12. ***Scytonema Hofmanni*** Ag., Frémy, Myx. d'Afr. équat. franç. Arch. d. Bot., iii (1929), Mem. 2, Fig. 266, 1930.

Var. ***crassa*** Var. Nov. (Fig. 1, *A* and *B*).

Stratum a thick dull blue-green or brownish green expanded mass. Filaments straight or irregularly curved, loosely entangled. Pseudobranches long, usually narrower than the main filament when young and short; geminate and single branches in equal numbers. Sheath firm, pigmented, with parallel stratification, gradually thinned down towards the growing apices. Trichomes graduadlly broadening towards the growing apices. Cells usually cylindrical, sometimes quadratic, in old filaments elongate cylindrical, at the growing apices flattened or barrels-shaped; apical cell almost rounded, Heterocysts single, elongate, cylindrical with convex end-walls, up to six times as long as broad, when deformed sub-ellipsoidal or subspherical; usually broader than the trichome.

Diam. fil. 9,4-12,6 μ; crass. vag. 2,1-3,7 μ, at the growing apices thinned down to 0,5 μ; diam. trich. 3,1-4,7 μ, at the growing apices up to 8,4 μ; heterocysts, lat. 4,2-8,4 μ, long. 6,3-27,3 μ.

Hab. On rocks in water-course just below Huxley's Tea Factory, near Peradeniya, Ceylon. (F. E. Fritsch).

This variety differs from the type in the absence of tufted growth, in the filaments being thicker and not in bundles, in the sheath being thicker and stratified with parallel layers, in the trichomes being thinner and gradually broadening towards the apices and in the young and short branches being thinner than the main filaments.

13. ***Scytonema pseudohofmanni*** Sp. Nov. (Fig. 1, *E* and *F*).

Stratum brownish green, expanded, with short tufted growth. Filaments irregularly curved and densely entangled. Pseudo-branches few, single and geminate. Sheath firm, pigmented, with rather indis-

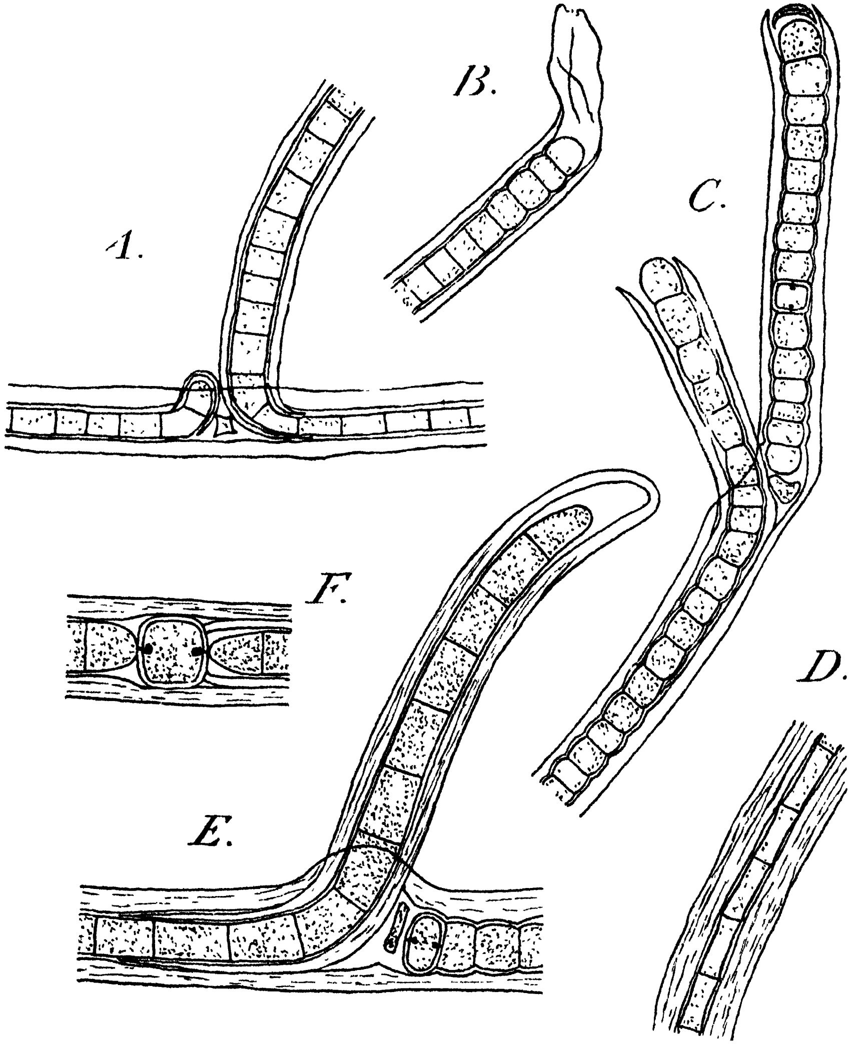


Fig. 4. — *A* and *B*, *Scytonema Hofmanni* Ag. var. *crassa* var. nov ; *C*, terminal portion of young and *D*, portion of old filament of *S. multiramosum* Gardner var. *ceylonica* var. nov., *E*, and *F*, *S. pseudohofmanni* sp. nov. *A-D* × 725, *E* and *F* × 1.000.

tinct parallel stratification. Septa distinct. Cells usually cylindrical, sometimes quadratic, flattened and barrel-shaped. Heterocysts single, sometimes in pairs, usually broader than the trichome, almost qua-

dratic or ellipsoidal, when deformed spherical or transversely ellipsoidal.

Diam. fil., 8,4-12,6 μ, when old upto 13,6 μ; crass. vag. 1,5-2,6 μ, in old filaments up to 3,6 μ; diam. trich. 5,2-7,3 μ, in old filaments narrowed down to 4,2 μ; heterocysts, lat. 5,2-8,4 μ, long. 5,2-12,6 μ.

Hab. On old walls, near Hanwella, Ceylon. (F. E. Fritsch).

The alga differs from *S. Hofmanni* Ag. in the thicker filaments, the slightly broader cells, the absence of flattened cells at the growing apices, the rounded apical cell, in the heterocysts being usually broader than the trichome and usually quadratic or ellipsoidal in shape and in the slightly thicker sheath with indistinct parallel stratification.

With the var. *symplocoides* (Reinsch) Born. et Thurit agrees in possessing more or less the same thickness fo filaments. With the var. *Hansgirgianum* (Richter) Hansg. it agrees in the thickness of the trichome.

Forma.

Diam. fil. 9,5-12,6 μ, when old up to 11,7 μ; crass. vag. 2,1-12,6 μ, in old filaments up to 5,7 μ; diam. trich. 5,2 7,3 μ, when old narrowed down to 2,1 μ; heterocysts, lat. 5,2-7,3 μ, long. 7,3-21,0 μ.

Hab. On walls along one of the upper roads, Trincomali, Ceylon. (F. E. Fritsch).

The form differs from the type in the much thicker sheath and the much thinner trichomes in old filaments and in the heterocysts being much longer and normally cylindrical.

14. *Scytonema Millei* Born., Frémy, Myx.d'Afr. équat. franç., Arch. d. Bot., iii (1929), Mem. 2, Fig. 261, 1930; Geitler, Cyanophyceae, Raben. Krypt.-Flora, XIV, Fig. 484, 1932.

Forma (Fig. 5, *D*).

Diam. fil. 12,6-15,7 μ, when old up to -8,9 μ; crass. vag. 1,5-3,2 μ, in old filaments up to 5,2 μ; diam. trich. 8,4-10,5 μ, at the growing apices up to 12,6 μ, when old thinned down to 6,3 μ; heterocysts, lat. 8,4-11,5 μ, long. 5,2-16,8 μ.

Hab. On roots projecting into water of a small pond near Hanwella, Ceylon. (F. E. Fritsch).

The form differs from the type in the narrower filaments and trichomes, and in the almost quadratic heterocysts which sometimes become cylindrical in old filaments.

15. ***Scytonema mirabile*** (Dillw.) Born. (Fig. 5, *A*).

Diam. fil. 12,6-14,7 μ, when old up to 19,9 μ; crass. vag. 2,1-3,5 μ, in old healthy filaments up to 5,2 μ, in old unhealthy ones up to 6,3 μ; diam. trich. 7,3-8,4 μ, when old and healthy up to 9,5 μ, when old and unhealthy thinned down to 5,2 μ; heterocysts, lat. 7,3-8,4 μ, long. 4,2-21 μ.

Hab. On stone-work near Hanwella, Ceylon. (F. E. Fritsch).

The sheah of this alga possesses a distinct divergent stratification, the divergence being very slight.

Forma.

Diam. fil. 7,8-8,4 μ, when old up to 10,5 μ; crass. vag. 1,5 1,8 μ, in old healthy filaments up to 2,1 μ, in old unhealthy ones up to 3,1 μ; diam. trich. 4,4-5,2 μ, when old and healthy up to 6,3 μ, when old and unhealthy narrowed down to 3,2 μ; heterocysts, lat 4,4-5,2 μ, long. 2,5-9,4 μ.

Hab. Intermingled with the type.

This smaller form possesses similar divergent stratification.

Forma **minor** (Fig. 5, *B* and *C*).

Diam. fil. 8,4 μ, occasionally up to 9,4 μ, sometimes as narrow as 6,6 μ, when old up to 12,7 μ; crass. vag. up to 1,5 μ, sometimes up to 1,7 μ, rarely up to 2,1 μ, in old filaments up to 3,5 μ; diam. trich. 4,2-5,2 μ, sometimes up to 5,7 μ; heterocysts, lat. 4,2-5,2 μ (sometimes un to 5,7 μ), long. pu to 14,7 μ.

Hab. In a drying pool at Elliot Beach, Madras. (M. O. P. Iyengar).

The sheath in this form is usually d'hyaline and rarely coloured yellow, possesses rather indistinct parallel stratificaion and is unstained with chlor zinc-iodide. In old filaments it is, however, pigmented yellow-brown and possesses distinct parallel layers. It differs from the type in the narrower filaments and trichomes and in the invariably cylindrical heterocysts with more or less convex end-walls.

16. ***Scytonema tolypothrichoides*** Kütz., Frémy, Myx. d'Afr. équat. franç., Arch. d. Bot., III (1929), Mem. 2, Fig. 267, 1930.

Forma ***terrestris***

Diam. fil. 12,6 18,9 μ, sometimes up to 21,9 μ; crass. vag. 2,1-4,2 μ, sometimes up to 5,2 μ; diam. trich. 8,4-10,5 μ, sometimes up to 11,5 μ,

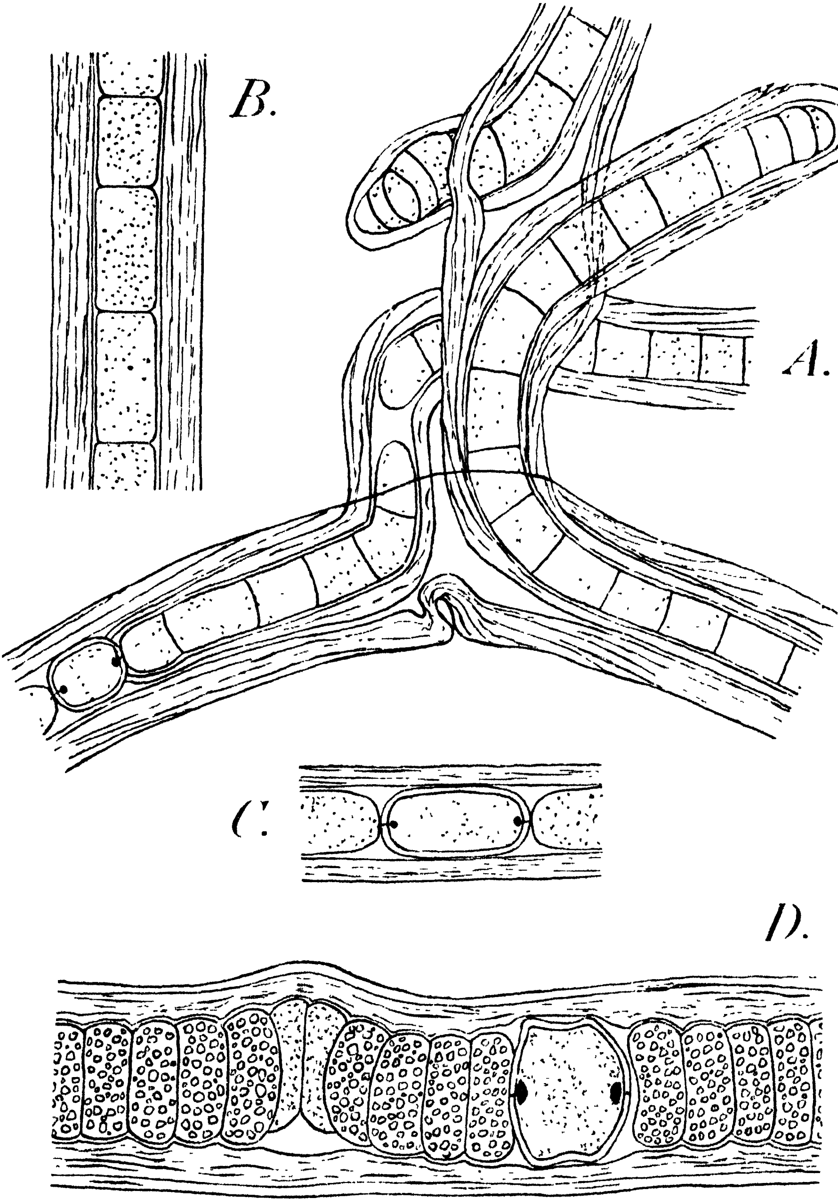


Fig. 5 *A*, *Scytonema mirabile*. *B*, portion of old and *C*, that of young filament of *S. mirabile* forma *minor*, *D*, *S. Millei* forma *A* × 1150, *B*-*D* × 1925

when old sometimes narrowed down to 6,3 μ; heterocysts, lat. 8,4-12,6 μ, long. 5,2-16,5 μ (rarely up to 19,8 μ).

Hab. On tree-trunks, Mt Pedro (7.000 ft.), Nuwara Eliya, Ceylon, (F. E. Fritsch).

The alga differs from the type in the slightly thicker filaments and sheath and in its terrestrial habitat.

17. ***Scytonema Geitleri*** Sp. Nov. (Fig. 6).

Stratum moderately thick, a brewnish or dark green mucilaginous crust. Filaments irregularly curved, densely entangled below but subparallel above. Pseudobranches in moderate number, narrower than the main filaments, geminate and single, both shorth and long; short branches usually club-shaped. Sheath firm, pigmented, of variable thickness, with outer surface wavy and uneven and in old filaments the inner one also uneven and following the contour of the swollen cells; with rather indistinctly divergent stratification. Trichomes with occasional slight constrictions at the joints in normal condition, but with very deep constrictions when old; usually narrowed at the point of branching. Cells usually cylindrical, rarely quadratic; in old trichomes either much narrowed and elongated or much swollen and vacuolated; at the apices of short branches usually rounded or barrel-shaped. Heterocysts intercalary and terminal; intercalary heterocysts single, sometimes in pairs, usually cylindrical or rectangular, rarely quadratic or flattened; terminal heterocysts formed at the apices of some of the short branches, spherical or subspherical; usually broader than the trichome.

Diam. fil. 10,5-12,6 μ, when old with elongate cells 15,8-19,9 μ, when old with swollen cells up to 24 μ; crass. vag. 3,1-4,2 μ, in old filaments with narrow elongate cells 6,8-7,8 μ, in old filaments with swollen cells up to 7,8 μ; diam. cell. 4,2-6,3 μ at the apices of short branches up to 10,5 μ, when old and elongate 2,1-4,2 μ, when old and swollen up to 8,4 μ; heterocysts, lat. 5,2-8,4 μ (in old filaments with narrow elongate cells narrowed down to 3,1 μ and in old filaments with swollen cells swollen up to 11,5 μ) long. 4,2-12,6 μ (in old filaments with narrow elongate cells up to 18,9 μ and in old filaments with swollen cells up to 10,5 μ).

Hab. On brick-wall, among other Myxophyceae, at Hanwella, Ceylon. (F. E. Fritsch).

This species slightly resembles *S. tolypothrichoides* Kütz. in

possessing almost the same thickness of filaments, and in the form of cells and heterocysts, but it differs in the thicker sheath, the greater divergence of the layers of the latter, the thinner trichomes and the formation of terminal heterocysts at the ends of short branches.

It resembles *S. myochrous* (Dillw.) Ag. in the form of the cells and heterocysts, but it differs in the formation of special club-shaped

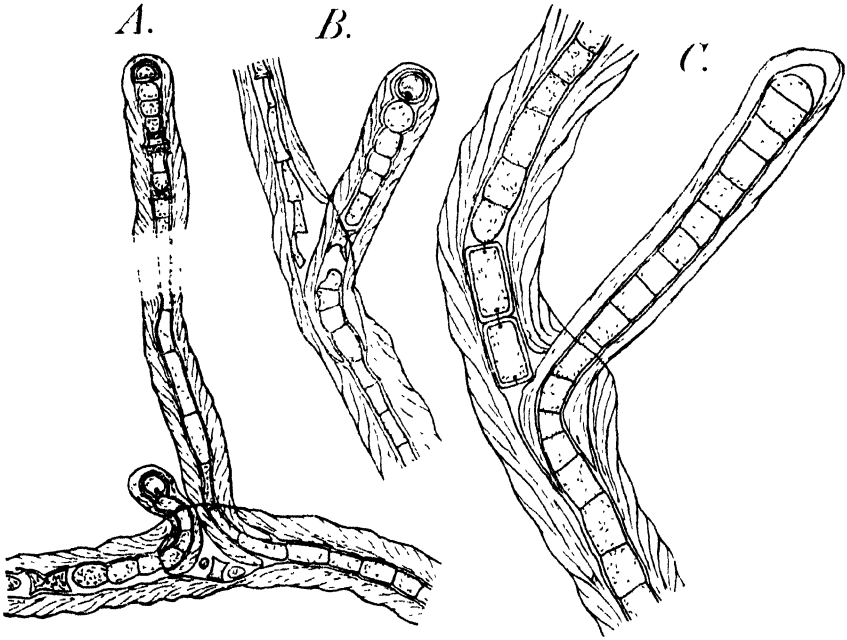


Fig. 6 — *Scytonema Geitleri* Sp. nov. *A* and *B* × 400, *C* × 825.

short branches. In this character, as well as in the form of the cells, it also differs from *S. crassum* Naeg. and *S. crustaceum* Ag. It differs from all the three species in the narrower filaments and thinner trichomes and the rather indistinct stratification of the sheath.

Var. ***tenuis*** Var. Nov.

Diam. fil. 6,3-11,5 μ, occasionally up to 14,7 μ; crass. vag. 2,1-3,5 μ, rarely up to 4,2 μ; diam. trich. 2,1-4,5 μ, sometimes up to 5,2 μ; heterocysts, lat. 3,1-5,2 μ, long. 3,1-12,6 μ.

Hab. On soil and rocks, intermingled with other Myxophyceae, railway embankment near Bentotte, Ceylon. (F. E. Fritsch).

Differs from the type in the much thinner filaments, the narrower trichomes and heterocysts and in the absence of terminal heterocysts at the apices of short branches.

18. *Scytonema myochrous* (Dillw.) Ag.

Forma.

Diam. fil. 22,5-25,6, when old up to 31,5 μ; diam. ram. up to 18,9 μ, when old up to 23,1 μ, fresh growths 11,5-14,7 μ; crass. vag. 6,3-7,3 μ, in older granches up to 9,4 μ, in very old filaments up to 13,1 μ, in fresh growths 2,1-3,1 μ; diam. trich. 9,9-11 μ, when old thinned down to 5,2 μ, in fresh growths 7,3-8,4 μ, in old branches thinned down to 4,2 μ; heterocysts, lat. 7,3-14,7 μ, long. 9,4-14,7 μ.

Hab. On wet rocks, among other algae, below Gundar Falls, South India. (M. O. P. Iyengar).

The trichomes and sheath in this form vary in thickness according to age and season. This form resembles the type in all respects except that the cells in healthy trichomes are usually much flattened (1/2 - 1/3 times as long as broad), only becoming quadratic or cylindrical as the trichomes grow older and become unhealthy, and that geminate branches are also formed by the production of loops. Another slight difference from *S. myochrous* lies in the presence of occasional slight constrictions at the joints. In the first two characters the form resembles *S. crustaceum* Ag., but it contrasts with it in the thinner trichomes (contrast with *4*, p. 783), the normal absence of constrictions at the joints, in the cells in old filaments being elongate cylindrical (up to three times as long as broad; contrast with *4*, Fig. 503 c), and in the heterocysts in normal filaments being almost quadratic (contrast with *4*, Figs 503 b and 504).

Geitler (*4*, p. 748) distinguishes *S. myochrous* and *S. crassum* from *S. crustaceum* by the absence of looped branches in the two former species, but this character is of no diagnostic value (cf. p. 1). As already stated the alga under discussion agrees with *S. myochrous* except in the shape of the cells, a difference which does not warrant our regarding it as more than a form of the latter.

TOLYPOTHRIX Kützing.

Ergebn. Wiss. forsch. Samoa Ins., VI, Denkschr. Ak. Wiss. Wien, 91, p. 150, Taf. 2, Figs. 29-31, 1915. (Fig. 7, *B*).

19. ***Tolypothrix distorta*** Kütz. var. ***samoënsis*** Wille, Rechinger,

Diam. fil. 19,9-27,3 μ; crass. vag. 3,6-5,2 μ, in old filaments up to 7,3 μ (occasionally up to 8,4 μ); diam. trich. 12,6-16,8 μ, when old narrowed down to 8,4 μ; heterocysts, lat. 12-16,8 μ, long. 6-21 μ.

Hab. On moist rocks, among liverworts and mosses, at Hantana, near Peradeniya, Ceylon. (F. E. Fritsch).

The pseudobranches in this alga are both single and geminate, the former arising by the side of dead cells, one or two pored heterocysts or dead cells adjoining such heterocysts. The plant agrees in all essential points with Wille description of *T. idstorta* Kütz. var. *samoënsis* Wille. The slightly barrel-shaped form of the cells, shown in Wille figure 31, is due to the unhealthy condition of the trichome which is apparent from the splitting apart of the cells at the septa. A similar barrel-shaped form of cells has been observed in old and disintegrating trichomes of the Ceylon alga. In normal healthy trichomes the cells are quadratic or flattened and usually broader than long.

20. ***Tolypothrix nodosa*** Sp. Nov. (Fig. 7, *C*).

Stratum thick, mucilaginous, blue-green to yellow brown. Filaments irregularly bent and densely entangled. Pseudobranches few, long, geminate and single; single branches arising by the side of dead cells, one-pored heterocysts or dead cells adjoining such heterocysts. Sheath firm, thin, occasionally slightly thickened opposite the septa, hyaline, often bulged out at the point of branching. Trichomes constricted at the joints; septa occasionally indistinct. Cells cylindrical, up to five times as long as broad, sometimes quadratic. Heterocysts intercalary (two-pored) and terminal (one pored), single, ellipsoidal, rarely cylindrical with convex end-walls, when mature much wider than the trichome.

Diam. fil. 5,2-7,3 μ, rarely up to 8,4 μ; diam. trich. 4,2-5,2 μ, rarely up to 6,3 μ; heterocysts lat. 4,2-9,4 μ, long. 7,3-16,8 μ.

Hab. In a stagnant pond, Benares.

This species differs from *T. tenuis* Kütz. and *T. lanata* Wartm. in the stratum not being tufted, in the cells usually being much longer than broad (up to five times as long as broad) and in the heterocysts always being single and, when mature, much wider than the trichome, causing the filament to bulge. From *T. lanata* it also differs in the much narrower trichomes.

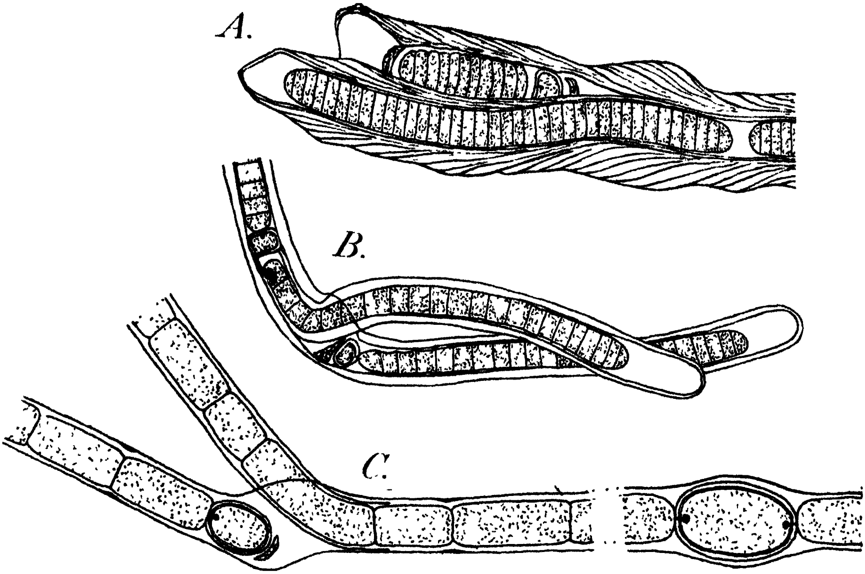


Fig. 7 — *A*, *Tolypothrix magna* sp. nov.; *B*, *T. distorta* Kütz. var. samoensis Wille; *C*, *T. nodosa* sp. nov. *A*, × 540; *B*, × 350; *C*, × 1.230

21. ***Tolypothrix tenuis*** Kütz.

Forma.

Diam. fil. 7,3-8,4 µ; crass. trich. 5,2-6,3 µ; heterocysts, lat. 5,2-7,3 µ long. 7,3-18,9 µ.

Hab. Floating in a tank along with *Scytonema simplex* between mile stones 65 and 66 on road between Kandy and Anuradhapura, Ceylon. (F. E. Fritsch).

The alga possesses both single and geminate branches in equal numbers, the former always arising by the side of dead cells adjoining one-or two-pored heterocysts. This form differs from the type

in the cylindrical intercalary heterocysts which may be three times as long as broad and in the presence of pseudovacuoles in the cells.

22. *Tolypothrix magna* Sp. Nov. (Fig. 7, *A*).

Stratum a thin, dirty blue-green crust. Filaments irregularly curved and densely entangled. Pseudobranches short, usually single, arising by the side of dead cells, one-pored heterocysts or dead cells adjoining such heterocysts, rarely by the side of two-pored heterocysts. Sheath firm, thick, pigmented, with distinct divergent stratification. Trichomes with distinct septa, occasionally constricted at the joints. Cells flattened, 1/3 - 1/5 times as long as broad, in old trichomes slightly longer and usually half as long as broad. Heterocysts intercalary (two-pored) and terminal (one-pored), broader than long; terminal heterocysts subspherical, intercalary ones slightly quadratic or transversely ellipsoidal, usually broader than the trichome.

Diam. fil. 23,1-35,7 μ; crass. vag. 6,8-11 μ; diam. trich. 9,4-13,6 μ; heterocysts, lat. 9,4-16,8 μ, long. 6,3-12,5 μ.

On surface of rocks, among other Myxophyceae, near Tank at Nalanda, Ceylon. (F. E. FRITSCH).

This alga does not agree with any of the existing species of *Tolypothrix*. It resembles *T. Elenkinii* Hollerb. in the flattened disc-shaped cells, but differs in the thicker filaments and trichomes and in the very thick divergent sheath. It also resembles *T. epilithica* (Erceg). Geitler in the thickness of filament and sheath, but it contrasts with the same in possessing much thicker trichomes, very much flattened cells and divergent stratification in the sheath. It also shows a superficial resemblance to *T. byssoidea* Hass. var. *polycladus* Fremy in possessing flattened cells, divergent stratification in the sheath and more or less the same form of terminal heterocysts, but it differs makedly in the much thicker filaments, comparatively thinner trichomes, the firm and much thicker sheath and in the presence of only occasional constricions at the joints.

In conclusion, I have pleasure in expressing my great indebtedness to Professor F. E. FRITSCH, F. R. S., for his guidance and help in preparing this paper.

REFERENCES

1. Bharadwaja Y. — False Branching and Sheath-Structure in the Myxophyceae, with special reference to the Scytonemataceae. *Arch. f. Protistenk.* LXXXI, 1933, 243-23.

2. Frémy P. — Les Myxophycées de l'Afrique équatoriale française. *Arch. d. Bot.*, iii (1929), Mem. N°, 1930.

3. Gardner N.-L. — New Myxophyceae from Porto Rico. *Mem. N. Y. Bot. Gard.*, VII, p. 1 et seq., 1927.

4. Geitler L. — Cyanophyceae, in *Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Europa*, XIV. Die Algen, 1932

* From the Department of Botany, East London College, University of London.

NOTES

Sur la présence du *Scenedesmus microspina* Chod. (1) dans le département de la Sarthe

Parmi les quatre espèces de *Scenedesmus* figurant dans une récolte faite en septembre 1931 dans le département de la Sarthe, j'ai eu la bonne fortune de trouver le *Scenedesmus microspina* Chod. Cette espèce inconnue jusqu'à ce jour en Europe, a été trouvée pour la première fois en Sibérie par PRINTZ en 1915, et décrite par cet auteur sous le nom de *Scenedesmus quadricauda* forma (2).

Malgré l'absence de culture pure de cette espèce, le Professeur R. CHODAT n'en considère pas moins la longueur très réduite des pointes de ce *Scenedesmus*, comme étant un caractère d'une valeur spécifique suffisante, comparable par sa stabilité aux autres espèces figurant dans la sous-série *quadricaudati* Chod., et dont il a pu pendant plus de 30 ans de culture pure observer la constance (3).

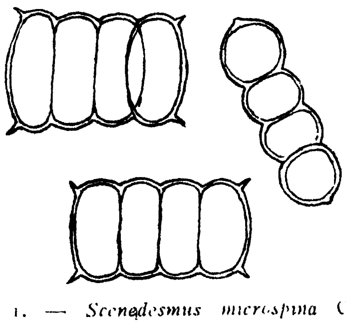


Fig. 1. — *Scenedesmus microspina* Chod.
Trois cénobes, dont un vu de profil

Les quelques exemplaires de cette espèce que j'ai eu l'occasion d'étudier lors du recensement de la microflore de cette station, et dont je donne un dessin fait à la chambre claire (fig. 1), présen-

taient un cénobe constitué par quatre cellules étroitement unies sur toute leur longueur; les deux marginales ventrues, munies à chaque extrémité d'un aiguillon tres court, de longueur égale au tiers ou au quart de la largeur de ces cellules; sommet des cellules largement arrondie; dim. $\frac{14\text{-}15}{6\text{-}7.2}\ \mu$.

Voici à titre de document écologique et phytosociologique, une succinte description de cette station, suivie d'une liste des Algues trouvées à cette saison. Petite cuvette d'eau pérenne, creusée dans le grès de St Suzanne, de niveau très variable selon les saisons, mais ne dépassant pas un maximum de trois mètres, au lieu dit « La Croix », commune de Montreuil-le-Chétif. La végétation phanérogamique marginale est nulle, les roches submergées sont abondamment tapissées par *Fontinalis antipyretica* L.; le seul hydrophyte croissant dans cette petite cuvette, est représenté par quelques maigres touffes d'*Isnardia palustris* L.

L'expression des touffes de *Fontinalis* m'a donné une flore algale variée : *Characium Braunii* Brueg., *C. acuminatum* A. Br., *Pediastrum Boryanum* (Turp.) Meneg. type et var. *granulatum* (Ktg.) Br., *Ankistrodesmus falcatus* (Cord.) Ralf. type et var. *acicularis* (A.
Ankistrodesmus falcatus (Cord.) Ralf. type et var. *acicularis* (A.
Br.) G. S. West, *Scenedesmus acutiformis* Schr. var. *tricostatus* Chod., *S. microspina* Chod., *S. tetradesmiformis* (Wolsz.) Chod., *S. Westii* (Sm.) Chod., *Gongrosira* sp., *Œdogonium* sp. ster., *Closterium moniliferum* (Bor.) Ehr., *Cosmarium impressulum* Elf., *C. angulosum* Bréb. var. *concinnum* (Rab.) West et G. S. West., *Ophiocytium arbuscula* Rab., *Dinobryon eurystoma* Lemm., *Synedra acus* Kütz., *Eunotia pectinalis* Kutz., *Achnanthes linearis* W. Sm., *A. minutissima* Kütz., *Cocconeis placentula* Ehr., *Pinnularia mesolepta* Ehr. var. *stauroneiformis* Grun., *P. stauroptera* Grun. var. *parva* Grun., *Navicula cryptocephala* Kütz., *N. Pupula* Kütz. forma, *N. viridula* Kütz., *Stauroneis anceps* Ehr., *Gomphonema acuminatum* Ehr., *Amphora ovalis* Kütz., *Nitzschia palea* Kütz., *Peridinium* sp., *Trachelomonas perforata* (Aw.) Defl., *Oscillatoria chlorina* Kütz., *Spirulina* sp., *Phormidium tenue* Gom.

E. Manguin.

BIBLIOGRAPHIE

1. SCENEDESMUS. *Etude gén. sytem. expé. et hydrobio.*, Aarau 1926; page 232-233, fig. 137.

2. PRINTZ. Chlorophy. d. Südl. Siberiens u d. Ukiankailandes, *Sporsk-Selska Skr.* (1915). Tab. IV, fig. 206-207.

3. R. CHODAT. *Algues en culture pure*. Berne, 1913.

Nébulosité et brumes régionales comme facteurs possibles de la répartition géographique des Algues marines

La flore algale du fond du Golfe de Gascogne présente un caractère méridional accusé, caractère que BORNET, en 1892, croyait devoir se continuer le long des côtes d'Espagne, du Portugal et du Maroc malgré les listes de COLMEIRO et de LAZARO É IVIZA et les exsiccata de DURIEU DE MAISONNEUVE, qui ne pouvaient d'ailleurs être consultés avec une pleine sécurité. C. SAUVAGEAU démontra que cette opinion était erronée et qu'une flore à caractère septentrionale occupait la partie occidentale de la côte nord de la péninsule jusqu'à la Galice. G. HAMEL a montré qu'il en était de même à Vigo, où, dit-il, « la flore rappelle celle qui croit sur nos côtes bretonnes ». Nous avons trouvé une flore semblable jusqu'au Lima et quelques éléments septentrionaux franchissent même la région sableuse et se retrouvent au cap Mondego.

Dans la Manche, d'après les listes d'algues et les travaux de VAN HEURCK, Miss LYLE, Mme P. LEMOINE, G. HAMEL et nous-même, le golfe normand-breton, entre les Héauts de Brehat et la Hague, y compris les îles anglo-normandes, présente un pourcentage important d'éléments méridionaux, voir méditerranéens, comparativement aux flores du Finistère et du nord du Cotentin.

De ces deux constatations, on pourrait supposer qu'il existe, dans ces deux golfes, un ou des facteurs particuliers favorisant la présence d'une flore ou d'éléments plus méridionaux que ceux qui devraient normalement s'y rencontrer et donner à la végétation de ces golfes un aspect semblable à celui des promontoires qui les

séparent ; la péninsule armoricaine étant commune aux deux. Mais, le régime océanographique de ces deux golfes est si différent que cette hypothèse ne nous parait pas devoir être retenue.

Par contre, le Nord du Cotentin, la Péninsule Armoricaine et l'angle nord-ouest de la péninsule ibérique présentent des caractères climatiques communs : importance et fréquence de la nébulosité et des brumes diminuant, pendant une période de l'année, l'éclairement moyen et maximum. Ce caractère est indépendant de l'importance des précipitations fluviales ; les pluies fortes et de peu de durée du pays basque séparées par des périodes de temps clair pouvant apporter autant d'eau que les pluies fines du Cotentin et de Bretagne en apportent pendant de longues périodes de ciel couvert.

Nous pensons que cette diminution de l'éclairement, intervenant pendant une partie de l'année, favorise la croissance d'espèces septentrionales sous des latitudes ou devrait prospérer une flore voisine de celle qui demeure dans les golfes, et que la flore normale pour la latitude serait celle que l'on rencontre dans les fonds des golfes considérés.

Bien que nous ne puissions apporter de chiffres à l'appui de notre hypothèse, faute de documents suffisamment détaillés concernant la luminosité moyenne et maxima, elle peut être prise en considération car de très nombreuses observations ont montré que l'intensité de l'éclairement a une action marquée, sinon prépondérante, sur la possibilité d'une évolution normale pour le plus grand nombre des algues.

Ce n'est point à dire qu'il ne puisse exister d'autres facteurs dont l'action complète celle d'une diminution régionale d'éclairement due à la nébulosité, mais cette dernière nous parait devoir être la plus importante.

Rob. Lami.

Stations nouvelles de quelques Algues rares dans la Manche occidentale.

Une croisière de quelques jours à bord du bateau du Laboratoire Maritime du Muséum, au debut d'août 1933, nous a permis de noter quelques stations nouvelles d'algues peu communes sur les côtes françaises de la Manche.

Laminaria Lejolisii Sauvageau a été rencontré sur la face sud du Grand Léjon, récif isolé au iarge de la baie de Saint-Brieuc. Les plantes observées, de grande taille, etaient situées nettement au-dessous du zéro des cartes marines. La station la plus orientale signalée antérieurement était celle de Bréhat à quelques 30 kilomètres plus à l'Ouest.

Codium difforme Kütz. Quelques mètres carrés de cette espèce ont été observés sur le flanc du Grand Léjon, vers 1M,50 au dessus de zéro. Cette localité diffère considérablement, au point de vue écologique, de celles que De Beauchamp et nous avons signalé à Bréhat et aux Chausey.

Sporochnus pedunculatus C. A. Ag. et son commensal habituel *Arthrocladia villosa* Duby ont été dragués en énorme abondance, aux environs de Pordic, par 10 à 15 mètres, sur fond de coquilles d'*Anomia*. Nous n'avions jamais observé une telle abondance de ces deux plantes assez communes en épaves et dans les dragages du Golfe Normand-breton.

Dasuya punicea Menegh., algue considérée comme rarissime dans la Manche, a été ramenée par centaines dans les mêmes dragages, en individus porteurs de cystocarpes ou de stichidies. Signalée sur la côte sud Angleterre et aux Iles Anglo-normandes, elle avait été ré coltée sur quelques points de la Rance où elle est très rare. Elle nous semble cependant en voie d'extension depuis quelques années. Ne figurant pas dans la florule des algues du Nord de la France par Debray, dans celles de la Hougue et de Tatihou par Hariot, ni dans celle de Luc et environs par Chemin, elle vient d'être rencontrée, cet été, à Port-en-Bessin, par M. Fortin.

Griffithsia barbata Ag., très rare espèce, a été rencontrée dans les mêmes dragages, mais peu abondante. Elle avait été signalée dans

les Iles Anglo-normandes et à Chausey et nous l'avions récoltée à Bréhat, en épave.

Naccaria Wigghii Endl. a été également dragué avec les espèces précédentes en grands individus, mais peu nombreux. **Robert Lami.**

Laboratoire Maritime de Saint-Serran, Août 1933.

Hydrurus fetidus Kirchner au Kamtchatka.

Pendant une expédition scientifique organisée en 1930 sur la côte Ouest du Nord du Kamtchatka par l'Institut Scientifique Pacifique des Pêches de Vladivostock et dirigée par l'auteur, j'ai eu l'occasion d'étudier aussi quelques Algues et Bactéries d'eau douce dans l'île Karaginsky, en octobre 1930. Une nouveauté intéressante pour la flore algologique du Kamtchatka (flore comparativement bien connue grâce à l'important travail du Pr A. A. Elenkin « Les Algues d'eau douce du Kamtchatka » — en russe — publié dans la série des « Résultats scientifiques de l'Expédition de Riabuchinsky ») est particulièrement *Hydrurus foetidus* Kirchner. J'ai rencontré des colonies de cette algue, très bien développées, sur les pierres dans l'eau froide de la rivière Unnanaem (Ile Karaginsky) et j'en ai fait l'étude au microscope sur le vivant. *R. A. Konguisser.*

De l'influence des variations brusques de température sur la multiplication de certains Flagellés

L'influence néfaste des variations brusques de température sur de nombreux organismes est connue depuis fort longtemps aussi n'avons-nous pas la prétention de présenter ici quelque chose de nouveau mais seulement de confirmer par une observation précise et par l'expérience les remarques de nos prédécesseurs.

Nous récoltons depuis plus de quinze ans du planeton d'été dans les Canaux du Parc de Rambouillet. Ces Canaux sont de vastes pièces d'eau d'une très grande superficie, mais dont la profondeur moyenne ne dépassait pas 30 à 35 cm., souvent moins. Dans ces

conditions le Plancton ne renfermait qu'un nombre prodigieux de Protococcales, des Diatomées et quelques rares Conjuguées (*Staurastrum*). Bien que les Flagellés et Dinoflagellés abondent dans les mares et étangs très voisins, nous n'avions jamais rencontré ni *Phacus*, ni Euglènes, ni *Ceratium* dans les Canaux.

Or, au cours de l'année précédente, ces pièces d'eau furent curées et leur profondeur amenée à près de deux mètres. Le plancton changea immédiatement de composition. Voici les listes comparatives des principales espèces observées avant et après l'approfondissement :

Pediastrum duplex;
— *boryanum;*
— *tetras;*
Scenedesmus quadricauda;
— *opoliensis;*
— *dimorphus;*
— *falcatus;*
Cœlastrum cambricum;
— *microporum;*
Tetraedron regulare;
— — var. *incus;*
— *minimum;*
— *caudatum* var. *incisum;*
Peridinium inconspicuum fab. *conjunctum* var. *excavatum;*
Tetrastrum staurogeniaforme;
Ankistrodesmus falcatus;
— *setigerus;*
Merismopedia tenuissima;
Staurastrum gracile;

Trachelomonas volvocina;
Lepocinclis ovum;
— — fa. *dimidio minor;*

Phacus orbicularis;
— *longicauda;*
— — var. *torta;*
— *pleuronectes;*
— *curvicauda;*
platalea;
aenigmatica;

Euglena acus;
— var. *longissima;*
— *Ehrenbergii;*
— *spirogyra;*
pisciformis;
— *fusca;*
Ceratium hirundinella;
Peridinium cinctum;
— fa. *angulatum;*
— *inconspicuum;*
Tetraedron limneticum;
— *hastatum;*
— *heteracantum;*
Pediastrum tetras;
Scenedesmus quadricauda;
Asterionella gracillima;
Staurastrum gracile;
Xantidium antilopeum;
Cosmarium granatum;
Closterium venus;
Dinobryon divergens;
Botryococcus Braunii.

On pourrait objecter que le brassage des eaux et du substratum, en changeant la composition chimique du milieu est peut-être pour quelque chose dans cette variation de la flore. Nous ferons remarquer que nous avons pris la précaution d'effectuer notre pêche dans un lieu curé et au repos depuis un an et demi et où le substratum habituel avait eu le temps de se reconstituer.

Pour nous, il ne saurait y avoir de doute : le mode d'alimentation des Canaux n'ayant pas changé, l'établissement de la nouvelle flore provient uniquement du fait de l'approfondissement des pièces d'eau. Le volume de la masse liquide étant plus de six fois ce qu'il était primitivement, les variations de température se font insensiblement et permettent désormais l'établissement d'un plancton à *Ceratium hirundinella*.

Pour corroborer ces observations, nous avons, du reste, tenté l'expérience suivante : *Euglena deses*, que nous cultivons depuis trois ans, fut ensemencée dans deux tubes semblables sur des milieux identiques. L'un des tubes fut exposé dehors à un éclairage nord, l'autre conservé à l'intérieur du laboratoire et soumis au même éclairage. Les variations nycthémérales de la température étaient, à cette époque d'une douzaine de degrés pour le tube exposé à l'extérieur et de deux à trois degrés seulement pour le tube maintenu à l'intérieur.

Alors que la multiplication des Euglènes se faisait normalement dans le tube placé en laboratoire, celle des cellules du tube extérieur était complètement entravée.

Il suffit de rentrer au laboratoire le tube exposé dehors pour que la multiplication s'y fasse désormais d'une façon normale.

M. Lefèvre.

Modifications du test des Euglènes et de la carapace des Diatomées

Plusieurs observations faites tant sur les Diatomées que sur d'autres algues unicellulaires obtenues en cultures vont nous permettre peut-être de donner une explication du mécanisme de la perte de la carapace observée chez plusieurs espèces de Diatomées marines.

1° Nous avons obtenu en cultures unialgales des Eugléniens à

test rigide : *Phacus orbicularis*, *Ph. longicauda*, *Ph. pyrum*, etc. Nous avons pu, à loisir, observer leur multiplication par division et nous avons remarqué que chaque division était précédée d'un ramollissement de la membrane du test, d'une sorte de rajeunissement, qui lui permettait de s'accroître après la division. Ce fait avait du reste été entrevu par P. A. DANGEARD qui écrivait en 1902 à propos de la division de *Phacus pyrum*: « ...le corps s'arrondit à l'avant ; à l'arrière la pointe diminue de longueur sur quelques individus, il devient même assez difficile de distinguer la partie postérieure du corps de la partie antérieure ».

Ceci implique bien une modification au moment de la division: la membrane, de rigide qu'elle était, devient déformable et ceci, par dissolution d'une partie de ses constituants (1).

2° Au cours de ces trois dernières années, nous avons obtenu plusieurs cultures unialgales de Diatomées d'eau douce. Ces cultures ont fourni des milliers de divisions. Jamais nous n'avons observé la formation d'auxospores et cependant la taille des Diatomées est restée normale. Or, d'après le principe même de la division chez les Diatomées, on sait que les frustules fils sont plus petits que ceux de la cellule mère. Puisque nous n'avons pas observé de diminution de taille, il faut en déduire que les frustules des Diatomées filles ont grandi après la division. Il faut donc que l'un des frustules de chaque Diatomée fille qui appartenait à la Diatomée mère ait acquis de nouveau une certaine plasticité et une nouvelle aptitude à la croissance. Il a subi un rajeunissement.

3° Une autre preuve du rajeunissement de la membrane des Diatomées nous est fournie par la possibilité d'obtenir des frustules monstreux et cependant bien constitués puisqu'ils résistent aux acides. On sait en effet que, sous l'action de procédés de culture spéciaux (nutrition, lumières de couleurs) on est parvenu à obtenir des Diatomées très déformées. Or, puisque, lors de la division, chaque Diatomée fille emporte avec elle un frustule de la Diatomée mère, et qu'il y a toujours similitude parfaite entre les deux frustules d'une même Diatomée, la forme initiale de l'ensemencement devrait être immuable et se perpétuer indéfiniment semblable à

(1) Rappelons ici que le protoplasma des Eugléniens est inclus dans une membrane plus ou moins ferme, sorte de pellicule non cellulosique. Elle serait (KLEBS, HAMBURGER) constituée par une substance proche des albuminoïdes ou plutôt, comme l'écrivait P.-A. DANGEARD en 1902, par deux substances de composition chimique différente.

elle-même. Pour qu'il y ait apparition de monstruosités, il faut admettre que les frustules de la cellule mère sont susceptibles de modifications au moment de la division.

Personnellement nous pensons qu'à ce moment, le protoplasme emprunte peut-être (par dissolution) aux frustules âgés, la silice qui lui permettra d'édifier intérieurement les deux frustules fils. Il y a, de ce fait, ramollissement des frustules âgés qui deviennent alors aptes à changer de forme ou à s'accroitre pendant un certain temps. Aussitôt la division terminée les deux cellules jeunes silicifient à nouveau leurs frustules en attendant une nouvelle multiplication.

Si cette hypothèse est exacte, elle explique très facilement la perte de la carapace chez certaines Diatomées marines cultivées. Il est évident que les conditions auxquelles sont soumises les Diatomées en culture sont loin d'être celles de leur habitat d'origine. Dans ces conditions, certaines espèces exigeantes ne peuvent plus restituer a leurs frustules, aux dépens du milieu ambiant, la silice dont elles s'étaient dépossédées pour former les cellules filles au moment de la division. Il s'en suit qu'au bout de n divisions, la quantité de silice contenue dans une seule Diatomée se trouve répartie dans un nombre considérable de cellules. Les frustules sont alors de moins en moins silicifiés au fur et à mesure que s'opèrent les divisions, d'où perte effective de la carapace.

Si réellement il s'agit d'un tel processus, on peut penser qu'en accélérant au moyen d'un facteur physique, par exemple, la vitesse de multiplication d'une culture donnée de Diatomées, on pourra réaliser au bout d'un temps plus ou moins court la perte effective de la carapace siliceuse. Il y a là un moyen de contrôler cette hypothèse de travail.

Mais il faut reconnaître d'autre part qu'en ce qui concerne le mécanisme physiologique, elle pose aussi des questions pour lesquelles nous n'avons encore aucun élément d'information.

Il faudrait admettre que les dépôts de silice déjà existants puissent être, par un mécanisme qui nous échappe complètement, à nouveau mobilisés dans la cellule vivante et transportés vers d'autres régions de celle-ci.

Rien encore des faits physiologiques connus ne peut nous fournir d'indication précise sur l'absorption de la silice, ses migrations et son utilisation dans la cellule.

E. Bachrach et M. Lefèvre.

Remarques sur la fluorescence des Chlorophycées marines.

Nous vons signalé, en collaboration ave DHÉRÉ (1) la fluorescence rouge, présentée sous l'action des rayons ultraparaviolets, par le thalle vivant d'*Ulva lactuca*. Avant nous, CHEMIN et TURCHINI (2), examinant quelques algues en lumière ultraparaviolette, n'avaient observé aucune fluorescence de cette même algue. Il nous a semblé que de nouvelles recherches étaient nécessaires et méritaient d'être effectuées pour trancher cette question qui nous paraît importante : La chlorophylle est-elle ou non fluorescente dans la cellule vivante des algues marines ?

Les recherches de CHEMIN et TURCHINI et les nôtres n'ayant pas été effectuées dans les mêmes conditions, il importait en particulier de chercher, parmi les différences existant dans les protocoles d'expériences, quelles étaient celles qui étaient capables de rendre compte des divergences observées dans les résultats. CHEMIN et TURCHINI avaient procédé à l'examen des algues à Roscoff même, alors que les Ulves que nous avions utilisées pour nos recherches, récoltées à Roscoff, nous avaient été expédiées par la poste à Fribourg (Suisse) où elles avaient été examinées. Bien que leur apparence fût normale à l'arrivée et dans les jours qui suivirent, on pouvait penser qu'une altération de ces algues au cours du transport avait été la cause des divergences observées entre nos résultats et ceux de nos prédécesseurs. Cependant DHÉRÉ (1) avait observé que des Spirogyres, peu de temps après leur récolte, manifestaient une fluorescence rouge nettement perceptible. L'expérience restait à reprendre sur des algues marines. Au cours de séjours aux laboratoires Arago (Banyuls-sur-Mer) et Lacaze-Duthiers (Roscoff), j'ai pu récolter fréquemment des Ulves devant le laboratoire même, les immerger dans un cristallisoir rempli d'eau de mer et les soumettre, quelques minutes après leur récolte, aux radiations ultraparaviolettes (appareil de Reichert). La fluorescence rouge, souvent très intense, toujours nette, s'est manifestée. Je crois donc, étant données les conditions très biologiques dans lesquel-

(1) DHÉRÉ ET FONTAINE. — Recherches sur la fluorescence des algues et de leurs constituants pigmentaires. *Ann. Inst. océan.*, t. X, p. 248, 1931.

(2) CHEMIN ET TURCHINI. — Examen de quelques algues en lumière ultraparaviolette de μ = 3.650 A. *Bull. Inst. Océan*, n° 5.561, 1930.

les j'ai opéré, que la fluorescence des ulves vivantes, sous l'action des rayons ultraparaviolets ne peut faire aucun doute.

A quel facteur attribuer alors les résultats négatifs obtenus par CHEMIN et TURCHINI ? Bien que ces auteurs ne spécifient pas l'appareil producteur d'ultra-violet qu'ils ont utilisé, je crois pouvoir inférer du titre même de leur travail (lumière de λ 3.650 Å) qu'il s'agissait d'une lampe à vapeur de mercure avec écran de Wood. Or le laboratoire Arago possède deux types très différents de lampes productrices d'ultra-violet : 1° la lampe Reichert, fournissant une gamme très riche de radiations comprises entre λ 315 et λ 395 ; 2° une lampe Gallois à vapeur de mercure et à écran à oxyde de nickel donnant un groupe de raies de forte intensité sur λ 365-367, mais en dehors de celles-ci, un nombre de raies extrêmement faible et s'étendant sensiblement moins vers le violet que dans le cas de l'appareil précédent.

Or, avec cette seconde source, la fluorescence du thalle d'*Ulva lactuca* est toujours très sensiblement moindre que celle obtenue avec la première. Donc la source employée par CHEMIN et TURCHINI était inférieure (en ce qui concerne la fluorescence en question) à celle que nous avons utilisée.

D'autre part la fluorescence de toutes les ulves, de tous les fragments d'ulve, ne présente pas la même intensité. En particulier, nous avons pu constater l'influence très nette de l'insolation sur l'intensité de la fluorescence. Dans la portion d'un thalle d'ulve présentant une fluorescence sensiblement homogène, découpons par exemple deux rectangles et immergeons chacun de ceux-ci dans un cristallisoir rempli d'eau de mer. Disposons ces deux cristallisoirs en plein soleil, l'un tel quel, l'autre complètement entouré d'un épais papier noir. Au bout de quelques heures, la fluorescence du fragment insolé sera très sensiblment moins vive que celle du fragment protégé des radiations solaires (1). De même, à la fin d'une journée très lumineuse, la fluorescence des ulves qui viennent d'être récoltées dans des eaux peu profondes, nous est apparue en moyenne inférieure à celle des ulves du même point récoltées et examinées le matin.

Ainsi, le jeu combiné de ces deux facteurs, d'une part la qualité des rayons ultra-violets utilisés, d'autre part la possibilité d'une in-

(1) Sans que, à l'œil et en lumière directe, il y ait eu diminution appréciable de la teinte verte du fragment insolé.

solation préalable des thalles examinées permet de comprendre comment la fluorescence, alors très faible, a pu échapper à l'observation.

Cependant, cette fluorescence, facilement observable dans de bonnes conditions (source convenable, obscurité) est très résistante. C'est ainsi que, si l'on abandonne à sec au laboratoire un fragment de thalle d'ulve bien fluorescent, il montre encore, après 48 heures de dessication, une fluorescence rouge nette (quoique plus terne, d'une nuance plus brique que la fluorescence primitive) et, si on l'humecte soit d'eau douce, soit d'eau de mer, la fluorescence, d'un très beau rouge vif, réapparaît aussitôt. De même, on peut transporter une ulve d'eau de mer en eau douce ou en eau de mer sursalée ($\Delta = -3^{\circ}$) ou en glycérine, sans observer (au moins pendant les premières heures de séjour dans ces liquides) des modifications sensibles de la fluorescence. L'intensité de la floresccence ne paraît pas sensiblement influencée par les variations de température, tant que celle-ci ne dépasse pas 40°. L'élévation de la température au dessus de 40° entraîne d'abord sa diminution, puis sa disparition complète.

Cette fluorescence rouge que nous jugeons incontestable dans l'ulve vivante existe-t-elle chez toutes les Chlorophycées ? C'est ce que nous pensons pour l'avoir observée chez des représentants des principales familles.

Protococcales ...		*Palmophyllum crassum.*
Ulotrichales	Ulvacées ...	*Enteromorpha Linza. E. compressa. Ulva lactuca.*
Siphonocladales	Valoniacées	*Valonia macrophysa.*
	Cladophoracées ..	*Cladophora* divers. *Chaetomorpha capillaris.*
Siphonales	Bryopsidacées ..	*Bryopsis muscosa.*
	Codiacées	*Codium difforme* (1).

Chez les *Cladophora* récoltées dans les flaques littorales, nous devons cependant signaler que la fluorescence était extrêmement faible et très difficilement visible macroscopiquement, mais elle était, quoique peu intense, incontestablement mise en évidence au microscope à fluorescence. Au contraire, chez *Cladophora prolifera* dragué par

(1) Nous remercions bien vivement notre collègue, Jean Feldmann, assistant à la Faculté des Sciences d'Alger, qui a bien voulu déterminer et souvent même récolter les algues précitées.

25 mètres, d'une teinte beaucoup plus verte d'ailleurs, la fluorescence était des plus belles, ainsi d'ailleurs que chez *Valonia macrophysa* et *Codium difforme* également draguées.

Nous conclurons donc que, chez les Chlorophycées tant marines que d'eau douce (nombreux travaux antérieurs, voir la bibliographie du mémoire 2), la chlorophylle *in situ* et *in vivo* est normalement fluorescente.

M. Fontaine.

BIBLIOGRAPHIE

CYANOPHYCÉES

COCHRAN, L. C. — **A thermophilic *Calothrix* in Michigan.** *Papers Michigan Acad. Sci.*, 15, p. 63-64, pl. 5-6, 1932.

C. thermalis is described as growing on a heating bulb in an electric hot water bath.

FARRAN, G. P. — **The Occurrence of *Trichodesmium Thiebauti* of the South Coast of Ireland,** *Cons. Perm. Int. par l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb.*, LXXVII, p. 60-64, Copenhague, 1932.

FRÉMY, (ABBÉ PIERRE). — **Deux Cyanophycées nouvelles de l'Inde méridionale.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin,* p. 103-108, pl. 6-7, Paris, sept. 1931.

Diagnose, description détaillée, caractères différentiels et figurés de *Rivularia* **Mangini,** nov. sp., et *Tolypothrix* **Foreaui,** nov. sp., récoltés dans l'Inde par le P. FOREAU. — J. F.

FRÉMY, P. — **Cyanophycées vivant dans le thalle des *Codium*,** *C. R. Ac. Sc.,* T. 195, p. 1413-1414, 1932

Dans des *Codium* provenant de Banyuls, l'A. a rencontré: 1° dans *Codium difforme*, quatre Cyanophycées roses: *Hydrocoleum coccineum* Gom., *Microcoleus* **Wuitneri** n. sp., *Microcoleus* **Codii** n. sp., *Brachytrichia balani* Born. et Flah. for. **purpurea** n. for.

2° dans *Codium Bursa*, deux espèces, également roses : *Hydrocoleum coccineum* et *Microcoleus* **Vouki** n. sp.

3° dans *Codium tomentosum*, seul *Brachytrichia balani* for. **purpurea** est véritablement endophyte. Au sommet des utricules était fixée *Lyngbia* **infixa** n. sp. — R. L.

HOF C. and FRÉMY P. — **On myxophyceae living in strong brines.** *Rec. des trav. bot. néerlandais,* vol. XXX, 1932-1933.

Parmi les nombreuses Algues signalées jusqu'ici dans les eaux à forte concentration saline, il y a lieu de distinguer celles qui peuvent seulement résister

dans ces conditions (halotolérantes) et celles qui peuvent y croître et s'y multiplier (halophiles vraies) ; ces dernières comprendraient les espèces qui peuvent se développer dans de l'eau contenant 3 molécule-grammes par litre de sel marin, soit une concentration de 17,5 %. *Microcoleus chthonoplastes*, par exemple, serait une espèce halotolérante parce qu'elle cesse de se développer dans une solution à 2 mol. de chlorure de sodium. Les vraies halophiles seraient relativement peu nombreuses : *Spirulina subsalsa* (3,2 mol). *Phormidium tenue* (3 mol.) *Phormidium* sp. (4 mol.), *Dreusia salina* ou *Aphanocapsa littoralis* ou *Aphanothece halophytica* qui, pour l'un des auteurs, ne constituent qu'une seule espèce, l'examen de nombreux échantillons lui ayant montré une transition presque complète de *Aphanocapsa-Dreusia-Aphanothece*.

La vie en milieu salin concentré favorise la formation de cellules géantes avec vacuolisation du protoplasme et séparation des deux pigments bleu et vert ordinairement mélangés. L'action des solutions hypertoniques jusqu'à saturation a été étudiée chez *Aphanocapsa* et a provoqué une plasmolyse. — E. C.

Howe, M. A. — **The geologic importance of the lime-secreting algae, with a description of a new Travertine-forming organism.** *U. S. Dep't Int., Geol. Surv. Prof.*, Paper 170-E. *Shorter Contr. Gen. Geol. 1931*, p. 57-65, 1932.

In this paper there is described **Lithomyxa calcigena** n. gen., n. sp. (Chroococcaceae, Myxophyceae), and a discussion of the general importance of lime-depositing algae is given. — W. R. Taylor.

Taylor, Wm. Randolph. — **Notes on the genus *Anabaenopsis*.** *Amer. Jour. Bot.*, 19, p. 454-463, pl. 39-40, June 1932.

A sample of the original African material of *Anabaena flos-aquae* var. *circularis* G. S. West was studied, and the original concept of this plant was found to be based on 3 organisms; a limited conception of *Anabaenopsis circularis* (G. S. West) V. Miller was established and redescribed, the other two organisms being as follows : *A. Arnoldii* Aptek., in a form differing little from the type, but described in detail, and *A.* **Cunningtonii** n. sp. distinguished from *A. circularis* by its straight trichomes, oval heterocysts and elongate cells, the type being from Chamaluki, Tanganyika, Africa, coll. W. A. Cunnington 1904. From Sampaloc Lake, Luzon Prov., Philippine Ids., a sample gave 3 forms of Anabaenopsis; *A. Arnoldii* Aptek., differing little from the African and Russian forms, but described in detail; *A.* **philippinensis** n. sp., nearly related to *A. Raciborskii* (Woos.) Elenk. from Java, but having longer heterocysts and more slender trichomes which are greatly coiled; *A.* **luzonensis** n. sp., near *A. Elenkinii* V. Miller, differing in the shape of the heterocysts and longer spores. A key involving these species and varieties, and certain others of the genus, is appended. — W. R. Taylor.

Samano Bishop, A. — **Contribucion al conocimiento de las al-**

gas de las fuentes termales de Ixtapan de la Sal. *Anal. Inst. Biol. Univ. Nac. Mexico,* 3, p. 49-51, 1932.

Oscillatoria formosa Bory, *O.* **tenuissima** Samano (nomen semi-nudum), *O. amphibia* are mentioned. — W. R. Taylor.

Samano Bishop, A. — **Algunas cianoficeas del lago de Kochimilco.** *Anal. Inst. Biol. Mexico,* 4, p. 29-31, 1933.

Names of a few species of *Anabaena, Oscillatoria* and *Spirulina* are given, with measurements and sparse notes. - W.-R. Taylor.

Sharp, W. — **A new Scytonema from Missouri.** *Missouri Bot.*

S. alatum is recorded.

FLAGELLÉS

Deflandre, Georges. — **Remarques sur la morphogénie comparée de plusieurs genres de Flagellates.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin,* p. 143-150, 91 fig., Paris, sept. 1931.

Chez les Flagellates libres à symétrie axiale et à flagelles homodynes (*Mallomonas, Trachelomonas, Strombomonas, Cryptoglena, Carteria, Chlamydomonas, Chlorogonium*) les espèces primitives sphériques originellement, évoluent typiquement vers la forme fuselée, ou bien directement ou bien en passant par la forme cylindrique ou par des formes plus ou moins ovoïdes acuminées soit vers l'avant, soit vers l'arrière. — I. F.

Hall, S. R. — **Observations on *Eugena leucops* n. sp., a parasite of *Stenostomum*, with special reference to nuclear division.** *Biol. Bull.,* 60, p. 327-344, 1931.

This colorless organism lacks a flagellum while in the host but develops one if free. Division of the nucleus involves a transverse division of the reputed chromosomes. The type derived from near Charlottesville, Virginia, U. S. A. — W.-R. Taylor.

Lefèvre, M — **De la valeur des caractères spécifiques chez quelques Eugléniens.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 343-354, 31fig., pl. 23-25, Paris, sept. 1931.

L'auteur étudie successivement la forme du corps, l'ornementation, les dimensions, le flagellum et la cytologie des genres *Euglena, Phacus, Lepocinclis* et discute la valeur systématique de ces différents caractères. Une espèce nouvelle: *Phacus* **Mangini** est décrite. — J. F.

PÉRIDINIENS

PAVILLARD, J. — **Le genre *Heterodinium* Kofoid dans la Méditerranée occidentale.** *Bull. Inst. Oceanogr.*, n° 604, Monaco, 1932.

CHLOROPHYCÉES

BOLD, H. C. — **Life history and cell structure of *Chlorococcum infusionum*.** *Bull. Torrey Bot. Club*, 57, p. 577-604, pl. 32-36, 1930.

From cultures the vegetative cell characters are defined. Formation of aplanospores and biciliate zoospores is by progressive cleavage after nuclear division and with pyrenoid fragmentation. Both bore vegetative cells by enlargement. No bipartition of the vegetative cells occurs, and gamete fusion was not noted. Zoospores are formed in wet cultures; in solutions equivalent to 1,8 Knopf's sol. aplanospores are formed. Pyrenoids segment, the segments dissolve and are deposited in the form of starch. Stroma starch derives from that surrounding the pyrenoids by migration. — W.-R. TAYLOR.

DANGEARD, P. A. — **Note sur le *Platymonas roscoffensis* sp. nov.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 227-232, pl. 19, Paris, sept. 1931.

Cette algue vit à Roscoff dans les cuvettes à salinité variable. Elle se présente sous la forme d'une cellule cylindrique pourvue d'un sillon longitudinal et présentant 4 flagellums insérés au fond d'une échancrure en entonnoir. Ces flagellums sont disposés ordinairement par paires, deux à droite et deux à gauche; de plus, on s'aperçoit que les deux couples de flagellums correspondent aux deux faces les plus larges de la section transversale du corps. Le chromatophore est du type en cloche, il existe un gros pyrénoïde entouré d'amidon. La multiplication a lieu par division à l'intérieur d'un sporange comme chez les Chlamydomonadinées. L'auteur discute ensuite les affinités de cette espèce et indique les caractères qui la distinguent des *Platymonas tétrathele* West. — J. F.

HAMMERLING, J. — **Entwicklung und Fambildungsvermögen von *Acetabularia mediteranea*.** *Biologisches Zentralblatt*, LI, p. 633-647, 1931.

HEIN, I. — **Origin of the intercellular spaces in *Pediastrum*.** *Amer. Jour. Bot.*, 193, p. 218-229, pl. 17-18, 1932.

An attempt was made to simulate colony arrangement in *Pediastrum*, *Coelastrum*, etc., by filling a hollow sphere with rubber balls and then causing these to swell with Xylol. Flat and concave contact faces were produced and analyzed as to mechanical factors involved. — W.-R. TAYLOR.

JOHANSEN, D. A. — **Securing pure cultures of *Scenedesmus*.** *Turtox News 1931*, p. 75-76, 1931.

SAMANO BISHOP, A. — ***Pediastrum acanthostephanos* Samano.** *Anal. Inst. Biol. Univ. Nac. Mexico*, 3, p. 235, 1932.

Eight cells with outwardly directed curved spine form a ring. Spanish, but not Latin, description provided. — W.-R. TAYLOR.

SMITH, G. M. — **Observations on some siphonaceous green algæ of the Monterey Peninsula.** *Contrib. to marine Biology. Stanford University Press*, p. 222-227, 1930.

SMITH, G. M. — **Notes on the Volvocales, i - iv.** *Bull. Torrey Bot Club*, 57, p. 359-369, 1931.

1. A consideration of the species of *Eudorina*. Five species are recognized, incl. *E.* **pluricocca** n. sp., *E.* **unicocca** n sp., from California and Switzerland, and *E.* **Carteri** n. sp. from India. Other names are to be discarded or removed to other genera. — 2. The phylogeny of the higher colonial Volvocales. The orthodox view of the phylogeny is supported by finding protoplasmic connections between the cells of *Gonium*, *Pandorina* and *Eudorina*, and that some species of Volvox have chromatophores more like those of Chlamydomonas than *Sphaerella*. *Pandorina charkowiensis* Korsch. This species was abundant at some Californian stations. *Gonium formosum* Pascher and *G. sociale* (Dujard.) Warm. In California *G. formosum* is more abundant than *G. sociale*. — W. R. TAYLOR.

SOKOLOFF, D. — **Una forma de *Pandorina morum* con celulas somaticas rudimentarias.** *Anal. Inst. Biol. Univ. Nac, Mexico*, 3, p. 65 69, 1932.

In the plants observed 4 cells at the anterior end are small and without cilia. — W.-R. TAYLOR.

CONJUGUÉES

NICHOLS, G. E. et A. B. ACKELEY. — **The desmids of Michigan, with particular reference to the Douglas Lake region.** *Papers Michigan Acad. Sci.*, 15, p. 113-140, 1932.

A considerable list, without new species.

SKVORTZOW, B. W. — **Desmids from Korea, Japan.** *Philippine Jour. Sci.*, 49, p. 147-158, 1932.

From Seiryori Lake, near Keijo. — *Closterium decorum* Breb., n. var. **minor**; *C. tumidum* Johns., n. var. **koreana**; *Euastrum binale* (Turp.) Ehrb., n. fa. **koreana**; *Cosmarium rectangulare* Grun., n. var. **koreana**; *C. furcatospermum* W. et G. S. West, n. var. **koreana**; *C. turgidum* Breb., n. var. **koreana**; *Arthrodesmus phimus* Turn., n. var. **koreana**; *Staurastrum vestitum* Ralfs n. var. **koreana**. — W. R. TAYLOR.

TRANSEAU, E. N. — **The genus *Temmogametum*.** Ohio Jour. *Sci.*, 32, p. 487-491, 1932.

The writer feels that the species included under this name can be adequately defined and that the genus should be maintained. — W.-R. TAYLOR.

TRANSEAU, E. N. — **The genus *Zygogonium*.** Ohio Jour. Sci., 33, p. 156-162, pl. 1-2, 1933.

The genus is defined to include *Pleurodiscus* and *Pyxispora*. *Z. mirabile* (W. et G. S. West) n. comb., *Z. Heydrichii* (Schmidle) n. comb., *Z. capense* (Hodgetts) n. comb., *Z Hansgirgii* (Schmidle) n. comb., are offered. — W. R. TAYLOR.

CHARACÉES.

PAL, B. P. — **Burmese Charophyta.** *Journ. Linn. Soc. of London Botany*, vol. XLIX, p. 47-92, pl. 8-18, 6 fig. dans le texte, 1932.

Etude très détaillée des Charophytes de Birmanie tant au point de vue écologique que systématique. 29 espèces appartenant aux genres *Nitella*, *Nitellopsis* et *Chara* sont décrites. Les espèces suivantes sont nouvelles: *Nitella* **superba**, *Nitella* **globulifera**, *Nitella* **Annandalei**, *Nitella* **elegans**, *Nitella* **Burmanica**, *Nitella* **polycarpa**, *Chara* **nuda**, *Chara* **Burmanica**, *Chara* **Grovesii**, *Chara* **Handae**. L'A. signale également l'intérêt de ces plantes comme engrais (à cause de leur forte teneur en CO^3Ca). Il n'a constaté aucune action larvicide sur les Moustiques. — J. F.

SAMANO BISHOP, A. — ***Chara tehuacanensis* Samano ad interim.** *Anales del Inst. de Biologia*, t. III, p. 233-234, fig. 1-3, Mexico, 1932.

DIATOMÉES

AMOSSÉ, A. — **Diatomées de la Loire-Inférieure.** *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest,* 5^e^ Série, t. II, p. 1-57, 1 pl. 1932.

Dans cet important catalogue de la flore d'une région assez délaissée par les diatomistes, sont décrites et figurées les nouveautés suivantes : *Cocconeis maxima* Grun. var. **minor,** *Frustulia* **marginata,** *Frustulia* **spicula,** *Stauroneis Phyllodes* Ehr. var. **intermedia,** *Navicula clavata* Greg. var. **sparsa,** *Navicula* **pseudo-humilis,** *Navicula* **armoricana,** *Pleurosigma Peisonis* Grun. var. **delicatula,** *Amphora* ***occidentalis,*** *Hantzschia amphioxcys* (Ehr.) Grun. var. **vermicularis,** *Hantzschia* **occidentalis.** Au total la liste comprend 553 espèces ou variétés, dont bon nombre nouvelles pour la flore française. — R. L.

BACHRACH, EUDOXIE et LEFÈVRE, M. — **Quelques observations sur les Diatomées nues.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 281-287, 9 fig., Paris, sept. 1931.

Dans les cultures de Diatomées nues, les individus sont de formes normales lorsque les cellules viennent de se diviser, elles se boursouflent ensuite dans les cultures âgées et se remplissent de vacuoles sphériques colorables vitalement.

Les Diatomées nues se reproduisent par division simple, division unilatérale et copulation. D'une manière générale, la forme des cellules tend vers celle des *Amphiprora.* — J. F.

MC CALL, D. — **Diatoms (recent and fossil) of the Tay district.** *Journ. Linnean Soc. of London*, Botany, vol. XLIX, p. 219-308, 1933.

CALVERT, R. — **Diatomaceous earth.** *Amer. Chem. Soc. Monogr.,* ser. 52, New York, 1930.

FORTI, A. und PAUL SCHULZ. — **Erste Mitteilung über Diatomeen aus dem hannoverschen Gault.** *Beihefte z. Botanischen Centralblatt.* Bd. L., Abt. 2, Neft 1, p. 241-246, 6 fig., Taf. III, 1932.

Descriptions de 9 espèces et deux variétés nouvelles de Diatomées fossiles trouvées dans des phosphorites du Hanovre. — J. F.

GRAN, N. N. and ANGST, E. C. — **Plankton Diatoms of Puget Sound.** *Public. Puget Sound Bul. St.* T. VII, p. 417-519, 1931.

GRAN, N. N. and THOMAS G. THOMPSON. — **The Diatoms and the Physical and Chemical Conditions of the Sea Water of the San Juan Archipelago.** *Publ. Puget Sound Biol. Station,* vol. VII, 1930.

MARSHALL, S. M. and A. P. ORR — **A Study of the Spring Diatom increased in Loch Striven.** *Sourn. Mar. Biol. Assoc.* N. S., vol. XVI, n° 3, 1930.

PAVILLARD, J. — **Les diatomées planctoniques dans l'Atlantique subtropical entre 10° et 40° lat. N.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 289-294, Paris, sept. 1931.

Remarques sur la répartition des Diatomées planctoniques dans les régions chaudes de l'Atlantique Nord d'après les travaux de L. MANGIN et P. DANGEARD et les recherches de l'auteur sur le phytoplancton récolté par le Prince de Monaco. — J. F.

SKVORTZOW, B. W. — **Pelagic diatoms of Korean straith of the sea of Japan.** *Philippine Jour. Sci.*, 46, p. 95-112, 10 pl., 1931.

Stephanopyxis Palmeriana n. fa. **curta**; *Leptocylindrus* **curvatus** n. sp.; *Chaetoceros* **Ikari** n. sp.; *Thalassiothrix antarctica* n. fa. **japonica**; *Synedra* **koreana** n. sp.; *Pleurosigma longum* var. *inflata* n. fa. **japonica**; *Surirella gemma* n. var. **ovata.** — W. R. TAYLOR.

WILSON, O. T. — **The colonial development of *Navicula rhombica* Grev.** *Amer. Jour. Bot.*, 16, p. 825-830. 1929.

Single attached cells on culture plates seem to show remnants of a perizonium about the jelley. Cell division causes crowding and so increase in parallel series of cells within the sheath or, by slipping forward, longitudinal extension. Branching results from angular displacement of a cell about to divide and is not fixed in character. After about 3 weeks basipetal disintegration of the colonies begins, and the individial cells are free. — W.-R. TAYLOR.

WOLFE, J. J. (Ed. by B. CUNNINGHAff). — **Diatoms of Beaufort.** *Jour. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 46, p. 89-941, 1930.

A list of 206 native species is given, based on determinations made by Dr Albert Mann and Mr. Paul Conger. — W. R. TAYLOR.

PHEOPHYCÉES

BIORET, ABBÉ G. — **Les écailles de *Synura uvella* Stein.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 219-226, pl. 18, Paris, sept. 1931.

L'auteur a retrouvé les écailles de cette espèce précédemment décrites par PETERSEN. Ces écailles seraient constituées par de la silice. Leur taille et leurs formes assez variables, mais peuvent se ramener à deux types. — J. F.

FORTI, ACHILLE — **Descriptions de plusieurs formes de *Fucus virsoïdes* de l'Adriatique.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 177-188, pl. 11-17, Paris, sept. 1931.

L'auteur qui à l'encontre de M. SAUVAGEAU considère le *Fucus* de l'Adriatique comme distinct du *F. platycarpus* donne les diagnoses de 7 variétés de cette algue dont 3 sont nouvelles. De belles photographies dont l'une reproduit la planche de DONATI, créateur de l'espèce (1758) illustrent ce travail. — J. F.

FRYE T. C. and PHIFER M. W. — **Some Questions in the Life Histories of the Phaeophyceae with particular reference to *Scytosiphon Lomentarius*.** *Contrib. Mar. Biology*, 1930, *p.* 235-245, Stanford University Press, Calif. A. S. A.

HAMEL, G. — **Sur le *Cladostephus dubius*, Bory.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 309-312, Paris, sept. 1931.

De l'examen de l'échantillon-type de cette algue découverte par BORY en Grèce, l'auteur conclut qu'il s'agit du *Liagora farinosa* Lamour, espèce qui jusqu'ici n'avait pas été signalée dans la Méditerranée. Il examine ensuite à ce propos l'origine de la flore marine de la Méditerranée orientale. — J. F.

HAUPT, A. W. — **Structure and development of *Zonaria Farlowii*.** *Amer. Jour. Bot.*, 19, p. 239-254, pl. 19-22, 1932.

The experimenter used a fixing fluid composed of Chromic Acid 1 gm., Glacial acetic acid 3 to 5 cc.; 1 % Osmic Acid Sol 1 cc., Seawater 96 cc., which gave good preservation and removed much of the objectionable mucilage. Development of the thalli and of the ♂, ♀, ⊕ organs was studied and is described. The ⊕ are formed continuously, and scattered on the blade, the ♂ and ♀ organs are formed periodically, one crop initiated soon after each first lunar quarter and shed after the full moon. Eight non-motile spores are formed after meiosis and one subsequent mitosis; $x = 11$; $2x = 24$. — W.-R. TAYLOR.

LAMI, ROBERT. — **Le *Fucus lutarius* Ktz. dans ses stations françaises de la Manche occidentale.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 361-372, 4 fig., pl. 27-28, Paris sept. 1931.

Après avoir indiqué les localités françaises de cette Algue et notamment celle de Bréhat, l'auteur décrit cette espèce en insistant sur la présence d'aérocystes et sur les organes reproducteurs. Il signale également l'existence de tapis de jeunes plantes formant un « velours » et provenant vraisemblablement de germinations d'essaims d'œufs. En conclusion, il paraît difficile de considérer le *F. lutarius* comme une simple variété du *F. vesiculosus*, ce dernier conservant ses caractères propres dans les conditions écologiques spéciales où vit le *F. lutarius*. Néanmoins, il s'agit, d'espèces voisines et *F. lutarius* dérive vraisemblablement du *F. vesiculosus* ou dérivent tous deux d'un ancêtre commun. — J. F.

LAPIQUE, LOUIS. — **Sur *Laminaria ochroleuca* de la Pylaie : *L. Lejolisi*, Sauvageau.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 397-404, Paris, sept. 1931.

L'auteur signale l'existence de cette espèce aux environs de Bréhat et décrit les différentes localités observées au moyen d'un bateau à fond de glaces. Il admet que *L. Lejolisi* découvert par SAUVAGEAU à Roscoff en 1916 est identique au *L. Ochroleuca* de la Pylaie, signalé à l'île de Sein en 1822, mais sans description suffisante. — J. F.

NIENBURG, W. — **Die Entwicklung der Keimlingen von *Fucus vesiculosus* und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Phaeophyceen.** *Wiss-Meeresuntersuch*, Kiel, NF., XXI, Neft 1, p. 49-63, 1931.

REES, ETHEL M. — **Some observations on *Bifurcaria tuberculata* Stakh.** *An. of Botany*, vol. XLVII, n° CLXXX, janv. 1933.

Dans cette sorte de monographie on trouvera la répartition géographique de l'espèce, des remarques sur l'habitat, une description du rhizome et des frondes, une étude anatomique de l'appareil végétatif et de l'appareil reproducteur.

La croissance se fait par division d'une cellule tétraédrique. Les hyphes sont localisées dans le rhizome. Les vésicules aérifères, très inégalement réparties suivant les spécimens, ont une origine lysigène. De la fucosane a été décelée dans le tissu de réserve. Le développement du conceptacle a été suivi et confirme les données de NIENBURG. L'activité des organes sexuels n'a pu être observée que très rarement. Le noyau de l'oogone subit trois bipartitions successives, un seul oosphère se développe. Les vieux conceptacles sont obstrués par le développement des paraphyses au voisinage de l'ostiole. *Bifurcaria* paraît se rapprocher des genres *Cystoseira*, *Halidrys* et *Sargassum*. — E. C.

ROBINSON, W. — **Observations on the development of *Taonia atomaria* Ag.** *Ann. Bot.*, 46, p. 113-120, pl. VI, 1932.

This is a posthumous report, edited by Prof. LILY NEWTON. Material studied at Aberystwyth, Wales, grew as much as 8" in 30 days, developing 60 zones of tetraspores, which while usually banded in this plant also sometimes appear scattered between the rows, in the formation of which tidal influence may be presumed. Undivided tetrasporangia may germinate in cultures and the plantlets are more vigorous than those developed from the normal spores. — W.-R. TAYLOR.

SCHREIBER, E. — **Ueber die Entwicklungsgeschichte und die systematische Stellung der Desmarestiaceen.** *Zeitschrift für Botanik*, Bd 25, p. 561-582, 12 fig., 1932.

Les découvertes précédentes de C. SAUVAGEAU faisaient prévoir l'existence d'une alternance de génération chez les Desmarestiacées. SCHREIBER vient de la découvrir chez *Desmarestia aculeata* à Helgoland. Les zoospores issus des sporanges uniloculaires se fixent et se transforment en embryospores qui germent en un prothalle filamenteux et ramifié rappelant celui des Laminariacées. Ils sont dioïques, les oogones et les anthéridies rappellent par leur disposition celles des Laminaires. Le Zygote germe en un sporophyte d'abord monosiphoné présentant des rameaux opposés. Vers la partie médiane de l'axe se différencie une zone de croissance intercalaire, au dessous de cette zone l'axe se cortique et constitue la fronde du *Desmarestia* tandis que la partie supérieure reste monosiphonée.

L'A. discute ensuite la position systématique des Desmarestiacées : en se basant sur le mode de reproduction, il propose de ranger cette famille dans le groupe des Laminariales qui comprendrait ainsi trois familles : Desmarestiacées, Chordacées et Laminariacées. — J. F.

TILDEN, J. E. AND FESSENDEN, A. P. — ***Bactrophora irregularis*, a new brown alga from Australia.** *Bull. Torrey Bot. Club*, 57, p. 381-386, 1931.

This n. sp. of Chordariaceae was secured from shells at Basin Bay, Kiama, New South Wales.

UBISCH, G. VON. — **Zur Entwicklungsgeschichte von *Taonia atomaria* Ag. I Weibliche Geschlechts- und Tetrasporenpflanzen.** *Publ. della Staz. Zool. di Napoli*, XI, p. 361-66, Roma, 1932.

RHODOPHYCÉES

ATKINSON, G. F. — **Notes on the genus *Lemanea* in North America.** *Bot. Gaz.*, 92, p. 225-242, 1931.

Edited from mms. posthumously by Prof. W. C. MUENSCHER. A general description of the structure and life-history of the genus is given. *L. annulata* n. var. **franciscana** from California, *L.* **pleocarpa** n. sp. from Kentucky (type, coll. C. W. SHORT) and Virginia, are described, and considerable data are furnished respecting other species. — W. R. TAYLOR.

BÖRGESEN, FREDERIK. — **Sur *Platysiphonia* nov. gen. et sur les organes mâles et femelles du *Platysiphonia miniata* (Ag.) nov. comb. *Sarcomenia miniata* (Ag.) J. Ag.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 21-29, 5 fig., Paris, sept. 1931.

Les androphores de *Sarcomenia miniata* se présentent comme des rameaux

latéraux disposés à intervalles réguliers, le long des frondes aplaties. Ils ont l'aspect de corps aplatis, rubanés; la périphérie est formée d'une rangée de cellules stériles presque carrées, entourant une surface constituée de cellules androphores nombreuses et serrées sur les deux faces de la lame, au centre de laquelle se trouve un axe central constitué d'une file de cellules. L'auteur étudie ensuite le développement de ces androphores qui diffèrent de ceux décrits chez d'autres *Delesseriaceae*. Ils se rapprochent beaucoup, au contraire, de ceux décrits chez *Chondria* et *Acanthophora*. Dans la formation du procarpe, la cellule-support issue de la cellule centrale émet deux cellules stériles à parois épaisses, puis un rameau carpogonial comprenant quatre cellules. Après la fécondation, la cellule auxiliaire se sépare de la cellule-support; finalement, le cystocarpe mûr présente à la base une grande cellule placentaire, formée par la fusion de la cellule auxiliaire, de la cellule support et de la cellule centrale. A l'extrémité des filaments du gonimoblaste se trouvent des carpospores piriformes. La paroi du cystocarpe, urcéolée et formée de filaments soudés, présente un pore à son sommet. Ces caractères correspondent bien à une Céramiale. Mais le *S. miniata* diffère des autres Délessériacées par l'existence de deux cellules stériles (au lieu d'une) développées avant le rameau corpogonial *Sarcomenia miniata* diffère d'ailleurs beaucoup par son thalle mince du *Sarcomenia delesserioides*, type du genre et il est plus naturel de le considérer comme le type d'un genre nouveau: *Platysiphonia* auquel on peut rapporter *S. intermedia* Grun et *S. mutabilis* (Harvy.) Y. Ag. Le g. *Platysiphonia* est très voisin du g. *Cottoniella* Börgs. connu seulement à l'état stérile. L'auteur propose de créer pour ces deux genres le groupe des *Platysiphoniae*. — J. F.

CAPT, L. — **The morphology and life history of *Antithamnion*.** *Public. Puget. Sound Biol. Stat.*, VII, p. 369-378, 1930.

DANGEARD, PIERRE. — **Sur le développement des spores chez *Porphyra*.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 85-96, 6 fig., Paris, sept. 1931.

Etude du développement des spores neutres et des carpospores chez *P. leucosticta*, *miniata*, et *umbilicalis*. Les carpospores germent en produisant un appareil filamenteux analogue à un protonema. Les spores asexuées germent directement en une jeune fronde. L'auteur considère que les plantules d'origine carposporique sont du type « adelophycée » et comparables jusqu'à un certain point aux plantules de ce nom décrites par Sauvageau chez beaucoup de Phéophycées. — J. F.

FELDMANN, JEAN. — **Remarques sur les genres *Gelidium* Lamour, *Gelidiopsis* Schmitz et *Echinocaulon* Kütz. emend.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 151-166, 4 fig., Paris, sept. 1931.

Le genre *Gelidium*, tel qu'il a été défini par les anciens auteurs, est hétérogène et réunit des espèces qui, indentiques par leur port, leur aspect et leur

consistance, diffèrent notablement entre elles par leur structure anatomique. Après avoir décrit la structure anatomique des genres *Gelidium* et *Gelidiopsis*, l'auteur propose de reprendre l'ancien genre *Echinocaulon* Kütz., pour les espèces qui, dépourvues de rhizines intercellulaires, comme les *Gelidiopsis*, possèdent, comme les *Gelidium*, une cellule initiale terminale unique ; ces espèces jusqu'ici avaient été confondues soit avec les *Gelidium*, soit avec les *Gelidiopsis*.

Le genre *Echinocaulon* comprend 4 espèces dont deux sont nouvelles : *Echinocaulon* **setaceum** des Antilles et *E.* **nigrescens** d'Algérie. — J. F.

HOFFMANN, C. — **Ueber eine in der Kieler Föhrde neu auf getretene Rothalge : *Porhyra atropurpurea* (Olivi) De Toni.** *Wiss.-Meeresuntersuch.*, Kiel, N. F., XXI, Heft 1, p. 1-9, 1931.

KYLIN, H. — **On three species of Delesseriaceæ from New Zealand.** *Transactions of the New Zealand Institute*, vol.. 63, 1933.

A la suite de l'examen de matériel nouveau et mieux conservé, l'A. apporte quelques rectifications à un travail antérieur : *Myriogramme undulatissima* Kylin devient *Erythroglossum undulatissimum* (J. Ag.) Kylin ; *Myriogramme oviformis* Kylin est identique à *Abroteia suborbicularis* Harv. et doit prendre ce nom : une nouvelle espèce est créée sous le nom *Erythroglossum* **Laingii** Kylin. — E. C.

KYLIN, H. — **Die Florideenordnung Gigartinales.** *Lunds Universitets Arsskrift*, N. F., Avd. 2, Bd 28, Nr 8, 1932.

Les recherches, que poursuit l'A. depuis plusieurs années, sur le développement des Floridées, l'ont conduit à une nouvelle conception de l'ordre des Gigartinales et à une répartition des familles et des genres très différents de celle que l'on trouve dans ENGLER et PRANTL. Il caractérise cet ordre par la présence d'une cellule auxiliaire qui est une cellule intercalaire normale du thalle, ce qui le conduit à y faire rentrer les familles qu'il avait précédemment groupées dans l'ordre des Nemastomales et à abandonner ce dernier terme.

Ainsi conçu l'ordre des Gigartinales comprend :

1° D'anciennes Cryptonémiales réparties dans les familles suivantes : Calosiphoniacées (*Calosiphonia*, *Bertholdia*) ; Nemastomacées (*Nemastoma*, *Platoma*, *Schizymenia*) ; Furcellariacées (*Furcellaria*, *Halarachnion*, *Neurocaulon*) ;

2° Quelques Rhodyméniacées formant les nouvelles familles : Plocamiacées, Sebdeniacées, Stictosporacées ;

3° La plupart des Sphaerococcacées groupées dans les familles suivantes : Gracilariacées (*Gracilaria*, *Corallopsis*, *Melanthalia*, *Tylotus*, *Curdiea*, *Ceratodictyon*) ; Sphaerococcacées (*Sphaerococcus*, *Heringia*, *Stenocladia*, *Phacelocarpus*) ; Sarcodiacées (*Sarcodia*, *Trematocarpus*, *Dicurella*, *Vizymenia*) ; Hypnéacées (*Hypnea*) ;

4° Presque toutes les anciennes Gigartinales réparties en 9 familles : Solieriacées (*Thysanocladia*, *Flahaultia*, *Sarcodiotheca*, *Agardhiella*, *Solieria*,

Sarconema, Eucheuma, Anatheca, Meristotheca, Eurymma); Rissoellacées (*Rissoella*); Rhabdoniacées (*Catenella, Rhabdonia, Erythroclodium, Areschougia*); Rhodophyllidacées (*Cystoclonium, Acanthococcus, Rhodophyllis, Craunowiella, Calliblepharis, Craspedocarpus*); Mychodéacées (*Mychodea, Ectoclinium*); Dicranemacées (*Dicranema*); Acrotylacées (*Acrotylus, Hennedya*); Phyllophoracées (*Phyllophora, Stenogramma, Gymnogongrus, Ahnfeltia?*); Gigartinacées (*Chondrus, Iridaea, Rhodoglossum, Gigartina*).

On remarquera quelques modifications importantes. *Calliblepharis* passe de la sous-famille des Gracilariées à la famille des Rhodophyllidacées. *Callymenia, Callophyllis* ne sont plus des Gigartinales, ils forment une nouvelle famille, celle des Callyméniacées, rattachée aux Cryptonemiales, et à laquelle appartiendrait encore *Euthora cristata* et probablement *Opuntiella californica* et *Turnerella Mertensiana*. De même *Trichocarpus*, se rapprochant de *Gloiosiphonia*, formerait la famille des Trichocarpacées de l'ordre des Cryptonemiales. Un nouveau genre, *Sarcodiotheca*, a été créé et de nouvelles combinaisons ont entraîné la disparition du genre *Sarcocladia*.

De nombreuses figures dans le texte, 70 photographies hors texte d'exemplaires originaux illustrent cet important travail. Il se termine par une vue d'ensemble de la classification des Floridées avec 2 tableaux synoptiques indiquant les relations entre les familles de l'ordre des Cryptonemiales et des Gigartinales. — E. C.

LEMOINE, M^{me} P. — ***Les Mélobésiées de la région de Saint-Servan.*** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 205-218, Paris, sept. 1931.

Cette étude apporte une contribution importante à la connaissance des espèces françaises et à leur répartition. Deux espèces nouvelles *Lithothamnium* **Hameli** et *Lithophyllum* **Lamii** ont été découvertes dans la région, ainsi que plusieurs espèces rares : *Pseudolithophyllum orbiculatum, Melobesia zonalis* et *Lithothamnium Bornetti* dont on ne connaissait jusqu'ici qu'un échantillon unique provenant de Cherbourg. L'auteur donne une liste des espèces rencontrées dans les différentes localités de la région soit à basse mer, soit en dragage et indique leur fréquence. Elle fait également d'intéressantes remarques sur l'écologie et la répartition des espèces étudiées. — J. F.

SVEDELIUS, N. — **On the development of *Asparagopsis armata* Harv. and *Bonnemaisonia asparagoides* (Woodw. Ag. A contribution to the cytology of the haplobiontic Rhodophyceæ.** *Nov. Act. Reg. Societ. Scientiarum Upsaliensis*, ser. IV, vol. 9, n° 1.

Les principaux faits qui se dégagent de cet important travail sont ainsi résumés par l'A. :

Asparagopsis. — Les organes pourvus de barbes ne sont pas seulement des organes d'accrochage, mais aussi des organes adhésifs ; après l'adhérence des bourgeons dormants se développent, la région fixée se sépare et constitue ainsi un organe de propagation.

Le nombre des chromosomes est de 10.

Le noyau fécondé pénètre dans la cellule hypogyne où la division réductrice se produit. C'est donc une Algue haplobionte.

Une tétrade se forme, après la méiose de laquelle 2 noyaux se développent pour donner le gonimoblaste pendant que les deux autres dégénèrent.

Le gonimoblaste prend naissance sur la cellule hypogyne qui fonctionne comme une véritable cellule auxiliaire. Le gonimoblaste est différencié en placenta et filaments sporogènes avec paraphyses et formation consécutive de plusieurs carpospores dans chaque filament.

Bonnemaisonia. — Le nombre des chromosones est probablement de 18 ou de 20 au max.

Le noyau fécondé reste dans le carpogone où il subit la division réductrice. De la tétrade qui en résulte, un seul noyau se développe pour donner le gonimoblaste. Celui-ci est formé d'un filament rampant à l'origine qui devient disque cellulaire sur lequel prennent naissance les filaments sporogènes sans paraphyses et ne produisant chacun qu'une carpospore.

L'existence d'une cellule auxiliaire dans *Asparagopsis* (comme dans *Scinaia*), est un fait remarquable qui montre que l'absence d'une cellule auxiliaire ne peut être considérée comme un caractère des Nemalionales. C'est l'ordre le plus primitif des Rhodophycées ; les familles et les genres s'y comportent d'une façon différente quant au développement des cellules auxiliaires.

De nombreux dessins avec quelques photographies illustrent ce travail. — E. C.

ALGUES FOSSILES

CAYEUX, L. — **Existence de restes organiques et notamment d'Algues siphonées verticillées dans le système schisto-calcaire du Congo belge.** *C. R. Acad. des Sc.*, T. 193, p. 11-14, 1931.

Dans les pseudoolithes des calcaires du niveau de la Lukunga, l'A. a observé des structures organisées, parmi lesquelles de petits tubes présentant des pores ovalaires régulièrement ordonnés par rangées transversales de six qui peuvent être rapportées à des Algues siphonées verticillées. D'autres structures qui résultent de l'enroulement d'un tube non cloisonné, formant le plus souvent des formes cylindriques, sont également rapportées à des Algues. — R. L.

HOWE, M. A. — ***Chlorotylites, a fossil green alga from Alabama.*** *Bull. Torrey Bot. Club*, 59, p. 219-220, pl. 15, 1932.

Chlorotylites n. gen., *C.* **Berryi** n. sp. of the Chaetophoraceae, described from the Sucarnoche formation, Lower Eocene, at Black Bluff on the Tombigbee River, Sumter Co., Alabama. The specimen was siliceous, but probably originally had been calcareous and transformed by replacement. The genus is

related to *Chlorotylium* Kg., but shows less regular development of alternating short and long cells, and less obvious lamellation to the colony. — W. R. TAYLOR.

SEARS, P. B. AND COUCH, G. C. — **Microfossils in an Arkansas peat and their significance.** *Ohio Jour. Sci*, 32, p. 63-68, 1933.

A shift from *Stauroneis* to *Eunotia* accompanied a shift from a poor pollen Oak-Hickory flora to an Oak-Pine flora rich in pollen, representing an increase in humidity in the area. — W. R. TAYLOR.

RÉPARTITION, ÉCOLOGIE

ACKELEY, A. B. — **Preliminary report on Michigan algæ, exclusive of desmids and diatoms.** *Papers Mich. Acad. Sci.*, 15, p. 1-49, 1932.

A considerable list, without new species.

BLINKS, L. R. AND A. HOF BLINKS. — **Two genera of Algæ new to Bermuda.** *Bull. Torrey bot. Club*, LVII, p. 389, 2 pl., 1931.

Description de l'*Halicystis* **Osterhoutii** espèce nouvelle distincte de l'*H. ovalis* par sa taille plus grande (jusqu'à 3 cm) et ses chromatophores pourvus d'un pyrénoide, et du *Corynomorpha clavata* Harvey. Floridée qui n'était connue que des Antilles. — J. F.

BORCEA, I. — **Nouvelles contributions à l'étude de la faune benthonique dans la Mer Noire, près du littoral roumain.** *Ann. sc. de l'Université de Jassy*, T. XVI, fasc. 3-4, p. 655-750, 1931.

Important travail de bionomie zoologique donnant accessoirement quelques indications sur la flore algale. — R. L.

BÖRGESEN, F. — **A revision of Forsskal's Algæ mentioned in Flora Ægyptiaco-Arabica and found in his Herbarium in the Botanical Museum of the University of Copenhagen.** *Dansk Botanisk Arkiv*, Bd A, n° 2, 1932.

D'une expédition en Egypte et Arabie, FORSSKAL rapporta un certain nombre de plantes, parmi lesquelles une soixantaine d'Algues marines, dont une liste descriptive fut publiée en 1775. En revisant ces Algues, l'A. a été conduit à modifier quelques noms, par application des règles actuelles de la nomenclature concernant l'antériorité. C'est ainsi que

Dictyosphaeria favulosa (Ag.) Decsn.	devient	*D. cavernosa*	(Forssk.)	Börg.
Echinocaulon rigidum Kütz.	—	*E. acerosum*	—	—
Actinotrichia rigida (Lamx.) Decsn.	—	*A. fragilis*	—	—
Gracilaria Wrightii (Turn.) J. Ag.	—	*G. debilis*	—	—
Gracilaria multipartita (Clem.) J. Ag.	—	*G. foliifera*	—	—
Sargassum dentifolium (Turn.) Ag.	—	*S. denticulatum*	—	—

Le *Fucus urifera* de Forsskal est un *Laurencia* qui, ne se rapportant à aucune espèce décrite jusqu'ici, doit prendre le nom de *Laurencia uvifera* (Forssk.) Börg. — E. C.

BÖRGESEN, F. — **Some Indian Rhodophyceæ, especially from the shores of the Presidency of Bombay.** *Bull. of Miscellaneous Information. Roy. Bot. Garden, Kew*, n° 1, 1931.

Ces Algues ont été récoltées sur les côtes de la mer Arabique pendant l'hiver 1927-1928, à Dwarka, Okha Port, Bombay et Carwar; quelques-unes, provenant de Karachi, ont été étudiées sur spécimens séchés ou conservés dans l'alcool.

Cette première liste comprend : 1 Bangiacée, 8 Helminthocladiacées, 8 Céramiacées et 4 Delessériacées. 5 espèces nouvelles ont du être créées, ce sont : Scinaia INDICA et S. HATEI voisin de S *articulata* Setchell, *Monospora*. **indica,** *Myriogramme* **okhaënsis** et *M.* **bombayensis.** Comme autres nouveautés: la var. **typica** d'*Acrochoetium crassipes*, la form. **luxurians** de *Chrysimenia uvaria*, la comb. *Coelarthrum Muelleri* (Sond.) Börg. = *Erythrocolon Muelleri* (Sond.) J. Ag. Aux descriptions sont jointes de nombreux dessins et quelques photographies.

Bien qu'il soit prématuré de tirer de là des conclusions sur la répartition géographique, l'A. tient à faire remarquer cependant que plusieurs espèces australiennes se rencontrent dans la région N. de la mer Arabique, et ne sont pas connues dans les régions intermédiaires. — E. C.

BÖRGESEN, F. — **Some Indian Rhodophyceæ, especially from the shores of the Presidency of Bombay, II.** *Bull. of Miscellaneous Information. Roy. Bot. Gardens, Kew*, n° 3, 1932.

Cette seconde note sur les Rhodophycées comprend 18 espèces. Quelques-unes ne sont que mentionnées parce qu'elles sont répandues dans toutes les mers chaudes; ce sont : *Erytrotrichia carnea, Herposiphonia tenella, Chondria dasyphylla.* D'autres, qui n'avaient été signalées jusqu'ici qu'en quelques points, font l'objet de considérations intéressantes; ce sont : *Cryptonemia undulata, Sarconema furcellatum, Calliblepharis fimbriata, Hypoglossum spathulatum, Chondria armata.* De cette dernière, l'A. fait deux variétés nouvelles : var. **typica** du Japon et de la Nouvelle Calédonie et var. **plumaris** de l'Inde. Toutes les autres espèces sont nouvelles ou désignées par une nouvelle combinaison; la diagnose en est donnée avec description détaillée et figures à l'appui. Ce sont: 4 *Acrochoetium* (*A.* **erectum,** *A.* **Dwarkense,** *A.* **sargassicola,**

A. **subseriatum**) ; *Grateloupia* **indica** voisin de *G. undulata; Halymenia* **porphyroides** vraisemblablement synonyme de *Callymenia Harveyana; Halymenia* **polydactyla** voisin de *H. Agardhii; Halymenia* **venusta** voisin de *H. Harveyana; Chondria* **cornuta** voisin de *C. tenuissima; Agardhiella robusta,* nov. comb. synonyme de *Rhabdonia robusta.* — E. C.

BÖRGESEN, F. — **Some indian green and brown algæ especially from the shores of the Presidency of Bombay,** *Indian Botanical Society,* vol. XI, n° 1, p. 51-70, 1932.

Dans ce second travail, sont décrites avec figures et 2 planches : un *Chaetomorpha;* 7 *Caulerpa,* dont une forme nouvelle de *C. scalpelliformis;* un *Vaucheria*; 4 *Phéophycées* (*Myriogloea sciurus, Nemacystus decipiens, Stachospermum marginatum, Dictyota atomaria*).

L'A. fait remarquer que deux de ces espèces, *Myriogloea* et *Nemacystus* n'avaient été signalées jusqu'ici qu'en Australie pour l'une, et qu'au Japon pour l'autre. A propos des *Caulerpa,* il fait observer qu'il n'a trouvé aucun individu fertile; il émet des doutes quant à la nature et au rôle des spores décrites par Dostal et Schussnig; il considère que la question de la fertilité chez *Caulerpa* n'est pas encore résolue d'une façon satisfaisante et il conseille de nouvelles recherches sur ce sujet. — E. C.

D'ANCONA, U. — **Rapport sur la Biologie Générale. V. Faune et Flore des Eaux saumâtres.** *Com. int. pour l'Explor. Scient. de la Mer Méditerranée. Rapp. et Proc.-Verb.,* N. S., T. VI, p. 123-162, 1931.

DROUET, F. — **A list of algæ from Missouri.** *Bull. Torrey Bot. Club,* 59, p. 289-300, 1932.

An extensive list is given, with county citations. Three areas are represented in the state : a southeastern Mississippi flood-plain, a hilly Ozark plateau, and a transition area. Mineral and sweet springs are a notable feature, but large lakes are very rare. *Homocothrix endophytica* Lemm. is reported new for America, growing in *Batrachospermum.* — W.-R. TAYLOR.

FAMIN, M. — **Contribution à l'étude systématique et biologique de la flore thermale française.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin,* p. 71-83, Paris, sept. 1931.

Listes d'Algues observées dans diverses sources thermales françaises avec indication des conditions physiques et chimiques des eaux où elles vivent : température, pH radioactivité, etc. La température de 30° marque la limite des plantes supérieures et de la plupart des algues vertes. Au-dessus, on ne trouve que des Cyanophycées et des diatomées jusqu'à 65°. — J. F.

FELDMANN, J. — **Notes sur queques algues marines de Tunisie.** *St. Oceanogr. de Salammbo, Notes,* n° 24, 20 p., 6 fig., 1931.

Pendant un séjour de deux mois en Tunisie, l'A. ayant exploré le golfe et le lac de Tunis, les Iles Kerkennah et la Galite, a récolté un grand nombre d'échantillons dont l'étude lui a permis d'augmenter notamment nos connaissances sur la flore algale tunisienne. L'auteur donne une étude complète morphologique et biologique de 2 Chlorophycées, 2 Phéophycées et de 4 Rhodophycées. Parmi les dernières, *Echinocaulon* (?) *ramellosum* (Kütz.) Feld. constitue une combinaison nouvelle. — R. L.

FELDMANN, J. — **Contribution à la flore algologique marine de l'Algérie : Les Algues de Cherchell.** *Bull. Soc. Hist. nat. de l'Afrique du Nord,* T. XXII, p. 179-254, fig. 1-8, pl. VII-XII, 1931.

Après avoir rappelé les explorations algologiques effectuées en Algérie, l'A. décrit la région étudiée et en donne les caractères géographiques et écologiques. Il décrit ensuite les aspects que présente la végétation algologique des différents faciès.

La partie principale de cet important mémoire est constituée par une importante liste systématique et critique des espèces observées au nombre de 218. Parmi ces plantes, sont nouvelles pour la science: *Endoderma* **pennatum** nov. sp., *Pseudodyction* **Porphyrae** nov. sp., *Derbesia* **dubia** nov. sp., *Ralfsia* **macrocarpa** nov. sp., *Carpomitra Cabrerae* nov. var. **mediterranea,** *Acrochaetium* **Cesareae** nov. sp., *A.* **Hameli** nov. sp., *Echinocaulon* **nigrescens** nov. sp., *Laurencia obtusa* nov. var. **pulvinata.**

Ce travail, qui augmente notamment nos connaissances sur la flore algale des côtes algériennes, constitue une très complète florule de la région étudiée. — R. L.

FLEROV, B. C. — **Distribution des Algues sur les Côtes de la Nouvelle-Zemble.** *Transact. Oceanogr. Inst.,* Bd. II, Lief 1, p. 76-87, Moscou, 1932. — En russe, p. 7-45, avec résumé en français.

FLEROV, B. C. et KARSAKOFF, N. W. — **Liste des Algues de la Nouvelle-Zemble.** *Transact. Oceanogr. Inst.,* Bd. II, Lief 1, p. 46-73, Moscou 1932. — En russe avec résumé en français.

GRUBB, VIOLET M. — **Marine Algæ of Korea and China, with notes on the distribution of Chinese Marine Algæ.** *The Journ. of Bot.,* August 1932, p. 213-219 et 245-251.

Les quelques Algues récoltées sur la côte est de la Corée permettent d'ajouter aux espèces déjà signalées en cette région : *Chondrus crispus* et la var. *conferta* de *Grateloupia filicina.* 29 espèces ont été recueillies à Pei-tai-Ho, dans le golfe du Petchili, parmi lesquelles 12 n'avaient pas encore été signalées. Le nombre total des espèces des côtes de Chine se trouve être porté à 98 en

en exceptant quelques espèces particulières à Formose, île qui doit plutôt être rattachée au Japon. Ce nombre, faible pour une si grande étendue de côtes, peut s'expliquer par l'insuffisance des recherches, mais aussi par l'abondance des alluvions apportées par les fleuves qui étouffent la végétation à une grande distance des embouchures.

Un tableau récapitulatif de toutes les espèces connues, indique leur répartition dans le S. et le N. de la Chine et dans l'W., le S.-E. et l'E. de la Corée. L'A. essaie d'expliquer cette répartition d'après la nature et la direction des courants marins représentés sur une carte. — E. C.

HAYRÉN, E. — **Algenfunde an den Meeresufern von Brahestad.** *Memoranda Soc. pro Fauna et Flora Fennica*, 7, 1930-1931, p. 174-178.

Liste de 30 espèces d'Algues récoltées dans le golfe de Botnie (7 Cyanophycées, 1 Conjugée, 10 Chlorophycées, 3, Characées, 7 Phéophycées et 2 Rhodophycées). — J. F.

HOWE, M. A. AND TAYLOR, W. R. — **Notes on New or Little known Marine Algæ from Brazil.** *Brittonia*, 1 (1), p. 7-33, 16 fig., 2 pl., 1931.

Liagora dichotoma Grev., on examination of the type, is evidently a Galaxaura and probably *G. marginata* (Ell. et Sol.) Lamx. *Callophyllis divaricata* (Grev.) Howe et Taylor is offered, based on *Chondrus divaricatus* Grev., the type from Brazil, *Callophyllis microdonta* (Grev.) Falkenb., was re-examined in the type of *Odonthalia microdonta* Grev. from Brazil, and material from Aldea Velha, n. of Cabo Frio, identified with it. *Rhodophyllis* **gracillarioides** n. sp. is offered, based on material dredged off Cabo Frio, and is related to *R. dichotoma* (Lepech). Gobi, differing in the more gracilarioid habit and absence of marginal proliferations. *Fauchea* **Hassleri** n. sp. is offered, dredged off Cabo Frio, resembling somewhat *F. mollis* M. A. Howe from the Gulf of California, but more regulary dichotomous and structural features. *Ploconium brasiliense* (Grev.) Howe et Taylor n. comb., based on examination of the type of *Thamnophora brasiliensis* Grev. from Brazil, and material from off Cabo Frio identified with it; a new description is given. *Acrosorium* **odontophorum** Howe et Taylor n. sp. is offered, based on material dredged off Cabo Frio. *Laurencia* **lata** Howe et Taylor n. sp. is offered, based on material dredged off Cabo Frio, showing some resemblance to *L. spectabilis* Post et Rupr., and possibly the *Chondria pinnatifida* reported from Brazil by Martius as well as the *Laurencia pinnatifida* reported by Gréville. *Dasya* **sertularioides** Howe et Taylor n. sp. is offered, based on material from the Abrolhos Ids. off the Brazil coast, with some relationship to *D. corymbifera*, but having notably visible axial cells, more rigid branchlets, etc. *Halymenia* **integra** Howe et Taylor n. sp., dredged off Cabo Frio, related to *H. echinophysa* Collins et Howe, but differing in form and color, and structural details. *Halymenia* **rosea** Howe et Taylor n. sp. is offered, based on material from off Cabo Frio, closely related to *H. latifolia* Crouan, but diffe-

ring in the shape of the frond, darker color, larger, more numerous and more ramified ganglia, etc. *Halymenia* **vinacea** Howe et Taylor n. sp. is offered, based on material dredged off Cabo Frio, most nearly related to *H. rosea* but differing in form and color, structure of the medulla, etc. *Platoma* **tenuis** Howe et Taylor n. sp. is offered, based on material dredged off Cabo Frio, related to *P. cyclocolpae* (Mont.) Schmitz, but with a distended, plane thallus. — W. R. Taylor.

Howe, M. A. — **Notes on the algæ of Uruguay.** *Bull. Torrey Bot. Club*, 57, p. 605-610, pl. 37, 1930.

A small collection assembled by Dr Florentino Felippone comprising 22 recognized species including *Callithamnion* **Felipponei** n sp., which resembles *C. Arbuscula* (Dillw.) Lyngb., except in the smaller size and simpler branching, with more rigid to falcate and thicker walled ramelli. Notes on other species are given; the flora closely resembles that of southern Brazil. — W. R. Taylor.

Mc Inteer, B. B. — **Preliminary report of the algæ of Kentucky.** *Ohio Jour. Sci.*, 32 (2), p. 131-142, 1930.

A list, without new species.

Knight, M. and Park, M. W. — **Manx Algæ,** *L. M. B. C. Memoirs*, XXX, 155 p., 2 cartes, 19 pl., 1931.

La première partie de cet important mémoire est consacré à l'étude de l'écologie des Algues aux environs de Port-Erin où une Station de Biologie marine très fréquentée est située. Un premier chapitre décrit les différentes localités de la région et indique les éléments les plus caractéristiques de leur flore. Quatre zones sont adoptées en rapport avec la durée relative de la submersion. L'étude de l'influence de l'alternance des saisons sur la végétation algale vient ensuite; les algues sont divisées en annuelles, pseudo-annuelles et vivaces suivant l'extension de leur période de croissance et leur destruction plus ou moins complète en automne. Les migrations des algues à divers niveaux de la zone intercotidale vient ensuite et les facteurs susceptibles d'agir sont étudiés et discutés.

Une seconde partie consiste en une liste systématique de toutes les algues reconnues dans la région. Pour chacune d'elles sont indiquées : une référence, iconographique, les localités, la zone occupée, la fréquence, l'époque de reproduction et, éventuellement, des indications sur son écologie. L'ensemble de ces renseignements donne à cette liste une valeur incomparablement plus grande que celle d'une simple florule, valeur encore accrue par les notes critiques détaillées qui viennent ensuite.

Une clef analytique et un tableau divisé par organes de reproduction et par saison terminent l'ouvrage.

L'illustration comprend 19 planches de photographies ou de dessins. Parmi ces derniers, ceux concernant les Ectocarpacées sont particulièrement à signaler. — R. L.

KYLIN, H. — **Nagra algfynd fran bohuslândska Kusten.** *Bot. Notizer,* 1933.

Dans cette note, entièrement en suédois, l'A. signale l'existence et les dates de récolte des espèces suivantes : *Codium tomentosum*, *Arthrocladia villosa*, *Myriocladia Lovenii*, *Scinaia furcellata*, *Chantransia stricta*, *Chantransia gynandra*, *Gloeosiphonia capillaris*, *Cruoriopsis gracilis*, *Lomentaria rosea*, *Compsothamnion gracillinum*, *Callithamnion bipinnatum*. — E. C.

LEWIS, I. F. AND TAYLOR, W. R. — **Notes from the Woods Hole laboratory.** *Rhodora*, vol. 35, May 1933.

Série de notes :

1° Quelques remarques sur les Algues récoltées par Dr. JORDAN à l'île de Pennikese, au large de Woods Hole, où AGASSIZ installa le premier laboratoire maritime.

2° Des modifications de l'abondance de certaines espèces; alors que les unes semblent se raréfier (*Trailliella intricata*, *Acrothrix novaeangliae*), d'autres se multiplient (*Asparagopsis hamifera*, *Dumontia filiformis*, *Lomentaria rosea*, *Fucus platycarpus*) ou présentent des alternatives d'abondance et de rareté (*Brachytrichia Quoyi*).

3° Deux nouveautés pour l'Amérique, avec photographies, draguées le 8 juillet 1931 : *Tilopteris Mertensii* (à remarquer la date tardive) et *Sphacelaria plumigera*.

4° La disparition en 1932 de *Zostera marina* sur une grande étendue du littoral atlantique des Etats-Unis. — E. C.

LI, L. C. — **New species and varieties of freshwater algæ from China.** *Ohio Jour. Cci.*, 33, p. 151-155, 1 pl., 1933.

Scytonema crispum (Ag.) Born., n. var. **minus**, Nanking; *Oedogonium* **sinensis** n. sp., near *O. nebraskense* Ohashi from Nanking: *Mougeotia* **sinensis** n. sp., Tinghai: *Spirogyra* **Wangii** n. sp., Hangchow; *S.* **sinensis** n. sp., near *S. pellucidum* (Hass.) Kutz., Nanking; *Zygnema collinsianum* Trans., n. var. **ornatum**, Amoy. — W. R. TAYLOR.

LUCAS, A. M. S. — **Notes on Australian Marine Algæ. VI. Description of Six New species.** *Proceed. Linnean Soc. N. South Wales*, vol. LVI, p. 407-411, pl. XXIII-XXVII, Sydney, 1931.

Descriptions et photographies de six espèces nouvelles: *Gelidium* **rectangulare**, *Pterocladia* **pectinata**, *Nitophyllum* (*Myrogramme ?*) **Perrinae**, *Champia* **insignis**, *Lessonia* **corrugata**, *Caulerpa* **annulata**. — J. F.

MATTHEWS, V. D. — **The aquatic vegetation of Quaker Run.** *Jour. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 47, p. 74-84, 1932.

Some algae are mentioned, including *Tuomeya grande* Wolle and *Bangia atropurpurea* (Dillw) Ag. and more common forms. — W. R. TAYLOR

MIRANDA, F. — **Adiciones y correcciones a la lista de Algas marinas de Gijon.** *Boletino de la Soc. Espanola de Hist. nat.*, T. XXXII, 1932.

L'A., continuant ses recherches en une région qui lui est familière et sur laquelle il a publié un important travail, apporte quelques corrections et additions à ce dernier. C'est ainsi qu'il ajoute à sa liste précédente : *Halidrys siliquosa, Cystoseira myriophylloides, Bonnemaisonia asparagoides, Gelidium sesquipedale, Gloiosiphonia capillaris, Cryptonemia Lactuca, Microcladia glandulosa, Laurencia hybrida, Chondria coerulescens;* et, parmi les espèces qu'il considère comme nouvelles pour la flore espagnole : *Prasiola stipitata, Ectocarpus Padinae, Leptonema lucifugum, Rhododermis Georgii, Epilithon Van-Heurckii.* — E. C.

MONTEMARTINI, L. — **Brevi note ficobiologia alpina.** *Annuario del Laborat della Chanousia, Giardino Botanico alpino dell' ordine Mauriziano al piccolo San Bernardo*, n° 2, 8 p., 1932.

NIENBURG, W. — **Zur Oekologie des Wattenmeeres, 1 Teil. Der Köningshafen bei List auf Sylt.** *Wiss-Meeresuntersuch*, N. F., XX, Abt. Kiel, p. 145-200, 1927.

NIENBURG, W. UND KOLUMBE, E. — **Zur Oekologie der Flora des Wattenmeeres, II Teil. Das Neufelder watt und Elbmündungsgebiet.** *Wiss-Meeresuntersuch*, Kiel, N. F., XXI, Ueft 1, p. 73-114, 1931.

NIENBURG, W. — **Die Besiedelung des Felsshandes und der Klippen Helgoland, Teil II. Die Algen.** *Wiss-Meeresuntersuch Helgoland*, N. F., XV, Ueft 4, Abhandl., n. 2, 19, 1930.

OKAMURA, K. — **The Distribution of Marine Algæ in Pacific Waters.** *Records of Oceanografic Works in Japan*, vol. IV, n° 1, p. 30-150, 1932.

Dans ce mémoire, l'A. s'est donné pour but, non de rechercher les causes de répartitions des algues dans le Pacifique, mais d'établir l'état actuel de cette répartition.

L'étude a porté sur 3794 espèces, à l'exclusion des Cyanophycées. Le Pacifique a été divisé, pour cet étude, en 7 régions : Japon, Mer de Bering, Amérique, Australie. Pour chacune de ces régions, des tableaux comparent les grands groupes d'algues de leur flore avec ceux des principales régions du globe. De la comparaison des pourcentages des genres et des espèces communes des régions du Pacifique et de la présence de genres endémiques, l'auteur conclut que le Pacifique doit être divisé seulement en 4 régions : Japon, Amérique, Australie

et Malaisie-Polynésie, y compris dans cette dernière la **Chine du Sud et les Iles Philippines.**

L'A. donne ensuite une bibliographie algologique la plus complète possible sur la région considérée. Enfin, le travail se termine, et c'est là sa portée principale par le tableau de distribution de toutes les espèces du Pacifique dans les diverses divisions de cet océan et, à titre de comparaison, dans les principales mers du globe et division de leurs rivages.

Ce mémoire est certainement une des plus importantes contributions à la répartition géographique mondiale des algues marins. — R. L.

PALMER, C. M. — **Algæ of Indiana; additions to the 1875-1928 chek list.** *Proc. Indiana Acad. sci.*, 40 (1930), p. 107-109, 1931.

PARKE, M. W. — **Port Erin : Report of the Algologist. Report for 1931.** *Lancs. Sea-Fisheries Lab. and Ann. Rep. (45 th). Mar. Biol. Stat., Port Erin*, p. 18-21, Liverpool, 1932.

PARKE, MARY W. — **Algological records for the manx region.** *Rep. for 1931 (n° 40) on the Lancashire Sea-Fisheries Laboratory*, p. 160-166, Liverpool, 1932.

Cette liste d'une quarantaine d'espèces complète l'important travail de M. KNIGHT et de l'A., soit en indiquant des espèces nouvelles pour la région, soit en précisant les localités ou les conditions écologiques pour les espèces déjà rencontrées. — R. L.

PRESCOTT, G. W. — **The motile algæ of Iowa.** *University of Iowa Studies. Studies in. Nat. Hist.*, 12 (3), p. 5-40, pl. 1-10, 1927.

This list contains descriptions of the genera and species of motile freshwater algae and colored flagellates of the state. Notes on abundance, variation, and for almost all species, figures, are given. - W. R. TAYLOR.

PRESCOTT, G. W. — **Iowa Algæ.** *University of Iowa Studies, no. n. s. 206, Studies in Natural History*, 13 (6), 235 p., 39 pl., 1931

A compilation and original report of the algae of this state, including nearly 1000 species, about 800 of which were observed by the author, and 400 are new for the district. A key of the genera is given, and measurements for some species, notably the Myxophyceae. Drawings are given for most of the non-motile species, and for the reste references are made to the preceding (Prescott. motile Algae of Iowa) or to the literature. Distribution data are given. — W. R. TAYLOR.

ROSCOE, M. V. — **The algæ of St. Paul Island.** *Rhodora*, 33, p. 127-131, 1931.

This is a short list, the islands being in the Gulf of St. Lawrence.

S..., O. — **Texas marine algæ.** *Bio-Log*, 1 (7), p. 25, oct. 1931.

A few algae from Galveston and Port Aransas are listed on determinations by Dr M. A. Howe. — W. R. Taylor.

Samano, B. A. y Sokoloff D. — **La flora y fauna de aguas dulces del valle de Mexico.** *Monographias del Inst. de Biologia*, fasc. I, 49 p., 28 fig., Mexico, 1931.

Samano, Bishop Amelia. — **Contribucion al conocimiento de las algas de las fuentes termales de Ixtapan de la Sol.** *Annales del Inst. de Biologia*, t. III, p. 49-51, fig. 1-6, Mexico, 1932.

Schiller, J. — **Ueber autochtone pflanzliche Organismen in der Tiepce.** *Biol. Zentralblatt*, 51 Bd., p. 329-334, Leipzig, 1931.

Smith, B. H. — **The algæ of Indiana.** *Proc Indiana Acad. Sci.*, 41, p. 177-206, 1932.

A list of species recorded.

Taylor, Wm. Randolph. — **Algæ collected by the Hassler, Albatross and Schmitt Expeditions, I. Marine algæ from Brazil.** *Amer. Jour. Bot.*, 17, p. 627-634, 1 fig., pl. 39, 1930.

Material from the Hassler expedition was collected by Thomas Hill under the direction of Louis Agassiz, that from the Albatross expedition by the scientific staff including C. H. Townsend, and the last group by Waldo L. Schmitt. Records of the *Sargassa* from the Gulf Stream are included. The Brazilian records include many new stations and records for the country, including especially *Rhiphilia tomentosa* Kg. and *Nitophyllum uncinatum* (Turn.) J. Ag., which are figured. Some of the new species are described in a separate paper by Howe et Taylor (Brittonia 1 : 7-33.1931). — W. R. Taylor.

Taylor, Wm. Randolph. — **Note on marine algæ from Sao Paulo, Brazil.** *Amer. Jour. Bot.*, 17, p. 635, 1 fig., 1930.

Material coll. by L. B. Smith, involving 3 records new for Brazil, and several of new localities, is reported. — W. R. Taylor.

Mme Dr A. Weber van Bosse. — **Résultats scientifiques du voyage aux Indes orientales Néerlandaises de LL. AA. le Prince et la Princesse Léopold de Belgique.** *Algues*, Mém. du Mus. roy. d'Hist. Natur. de Belgique, vol. VI, fasc. 1, 1932.

Etude des Algues perforantes vivant sur les coraux ; les matériaux exami-

nés provenaient non seulement du voyage de l'A., le Prince et la Princesse de Belgique, mais encore des récoltes faites dans les mêmes régions par l'expédition du « *Siboga* » et celle du « *Caudan* ».

Les espèces suivantes sont signalées avec indication de la station et des coraux sur lesquels elles ont été trouvées :

1° MYXOPHYCÉES : *Microcoleus tenerrimus* Gom.; *Plectonema terebrans* Born. et Flah.; *Hyella caespitosa* Born. et Flah..

2° CHLOROPHYCÉES: *Gomontia arhiza ?* Har.; *Ostreobium Queketti ?* Born. et Flah.; *Ostreobium Reineckei* Born.; et trois *Ostreobium* nouveaux, *O.* **Duerdenii**, *O.* **Brabantium** avec tumeur bactérienne, *O.* **Okamurai** vivant dans le thalle de *Halarachnion calcareum* Okam.

3° PHÉOPHYCÉES : *Sphacelaria tribuloides ?* Men.

4° FLORIDÉES: *Gelidium Bornetii* Web. v. B.; *Litholepis melobesioides ?* Fosl.; *Litholepis* sp.; *Porolithon onkodes* Heydrich; *Cruoriella Obbesii* Web. v. B.; *Cruoriella* sp.; **Enigma calcareophila** nov. g. nov. sp.; *Herposiphonia tenella* (Ag.) Naeg. f. **penetrans** f. n.; *Ceramium* sp.; *Gelidiopsis* sp.

5 planches de figures illustrent la description.

Cette intéressante étude augmente considérablement le nombre des Algues perforantes. La détermination n'est pas toujours certaine à cause de l'absence d'organes reproducteurs, du petit nombre de spécimens dont la conservation n'est pas toujours satisfaisante. Malgré cela il apparaît que la pénétration à l'intérieur du corail entraîne une modification dans la forme et les dimensions. Il serait intéressant de connaître les relations entre l'Algue et le Polypier, de savoir si l'Algue ronge le calcaire ou pénètre seulement dans des cavités préexistantes. Ces questions, et d'autres, ne peuvent être résolues que par l'étude sur place du matériel vivant. — E. C.

YAMADA Y. — **Notes on some Japanese Algæ V.** *Jour. of. the Faculty of Science, Hokaido Imp. University*, Ser. V, vol. II, fasc. 3, p. 277-285, 4 pl., 1933.

Les espèces suivantes sont décrites et figurées: *Bornetella* **ovalis**, *Caulacanthus* **Okamurai**, *Chrysymenia* **pacifica**, *Farlowia* **irregularis**, *Ptilonia* **Okadai**. Une combinaison est nouvelle: *Phycodrys radicosa* (Okamura) Yamada et Inagaki. — R. L.

YONGE, C. M. — **A Year in the Great Barrier Reef. The Story of Corals and the greatest of their Creations.** Putnam, London and New York, 1930.

PARASITES, SYMBIOSE

COUCH, J. N. — ***Micromyces zygogonii* Dang., parasitic on *Spirogyra*.** *Jour. Elisha Mitchell Sci.*, 46, p. 231-239, 1931.

From a source near Cold Spring Harbor, L. I., N. Y., material of this parasite was secured. It showed similarities in life history and cytology to the closely related genus *Synchytrium*. — W. R. TAYLOR.

KARLING, J. S. — **Studies in the Chytridiales, IV. A further study of *Diplophlyctis intestina* (Schenk) Schroeter.** *Amer. Jour. Bot.*, 17 (8), p. 770-778, 1930.

This plant occurred on *Chara*. Germination of the zoospores and formation of the penetration tube were noted. — W. R. TAYLOR.

KARLING, J. S. — **Studies in the Chytridiales, V. A further study of species of the genus *Entophlyctis*.** *Amer. Jour. Bot.*, 18 (6), p. 443-464, 1931.

E. heliomorpha failed to give successful innoculations on Nitella, Chara, Oedogonium, Spirogyra, Vaucheria, Mougeotia and Hydrodictyon. — W. R. TAYLOR.

SOKOLOFF, DEMETRIC. — ***Zoocystis vorticellae*, una nueva alga simbiotica.** *Anal. Inst. Biol. Mexico*, 4, p. 47-50, 1933.

Found in *Vorticella campanula*, oval cells 10-14 long, 6-8 u wide, with one flat, partly nupped chromatophore, one pyrenoid and one nucleus The cells may divide to 4 nuclei and chromatophores with pyrenoid before cytokinesis. The plant is related to *Oocystis* and *Coccomyxa* by the author. The new generic and specific names are informal. — W. R. TAYLOR.

SPARROW, F. K. JR. — **Two new chytridiaceous fungi from Cold Spring Harbor.** *Amer. Jour. Bot.*, 18, p. 615-623, 1931.

Cladochytrium **Nowakowski** on *Spirogyra crassa* Kg., *Oedogonia* and *Coleochaete* possibly identical with *C. polystomum* Zopf. — W. R. TAYLOR.

PLANCTON

CHODAT, R. — **Sur quelques Algues nouvelles du plancton du lac de Genève.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 331-341, 1 fig., pl. 21-22, Paris, sept. 1931.

Descriptions et figures de *Pandorina* **Smithii** nom. nov., *Pand.*, **Minodi** n. sp., *Stichogloea olivacea* Shod. var. **sphaeroidea** nov. var., *Oocystis* **planctonica** nov. sp. — J. F.

DEANGEARD, P. — **Phytoplancton recueilli à Banyuls-sur-Mer.**

Archives Zool. Exp. et générale, T. 74, Vol. Jubil., posc., 18, p. 317-355, 1932.

Gran, H. H. — **The spring growth of the Plankton at More in 1928-29 and at Lofoten in 1929 in relation to its limiting factors.** Oslo, 1930.

Skrifter Norske Videnskaps-Akad. 1 mat. Naturv. Klasse 1930.

Gran H. H. — **Phytoplankton. Methods and Problems.** *Journ. du Conseil p. l'expl. de la mer*, vol. VII, n° 3, p. 343-358, (Bibliogr.), 1932.

Savage, R. E. —**The influence of *Phaeocystis* in the Migrations of the Herring,** *Fishery Investigations*, Ser. II, XII, n° 2, 1930.

Sabelina, M. M. —**Einige neue Daten über das Phytoplanckton des Karischen Meeres.** *Eplorat. des Mers d'U. R. S. S.*, Leningrad, Nr. 14, 1931.

Tiffany, L. H. and E. H. Ahlstrom. — **New and interesting plankton algæ from Lake Erie.** *Ohio Jour. Sci.*, 31., p. 455-467, 3 pl., 1931.

Chroococcus limneticus var. *purpureus* (Sonw) n. comb., *Merismopedium convoluta* var. *minor* (Wille) n. comb., *Dictyosphaerium* **planctonicum** n. sp. differing from *D. Ehrenbergii* in larger size, apparent absence of colony sheath and cells usually arranged in pairs; *Treubaria* **varia** n. sp., near *T. triappendiculata* but larger and with 4-8, 1-spined angles, the spines to 20-38 µ long; *Micractinium pusillum* n. var. **longisetum** with setae to 65 µ long; *M.* **eriense** n. sp., larger than *M. pusillum* and with 8-13 setae; *Golenkinia radiata* n. var. **brevispina,** with shorter setae than the species; *G.* **maxima** n. sp., near *G. paucispina* in size but with longr and heavy setae; *Lagerheimia citriformis* var. **paucispina** n. nom., for *Chodatella subsalsa* var. *citriformis* Wolos.; *Franceia tuberculata* n. var. **irregularis** with cells irregularly placed; *Selenastrum bibraianum* var. *gracile* (Reinsch n. comb.; *Crucigenia apiculata* (Lemm.) Schmidle n. var. **eriensis;** *Scenedesmus bijuga* n. var. **major,** with cell diam. to 13 µ, length to 21 µ. — W. R. Taylor.

BIOLOGIE GÉNÉRALE.

Agostini, A. — **Sulle alghe perforanti la conchiglia di *Ostrea***

***edulis* L. del canale delle saline di Cagliari.** *R. Comitato Talassografico Italiano*, Mem. CLIX.

COLMANN, J. — **The Nature of the Intertidal Zonation of Plants and Animals.** *Journ. Mar. Biol. Assoc.* V. *S.*, XVIII, p. 435-476, 1933.

CZURDA, V. — **Ueber einige Grundbegriffe der Sexualitätstheorie.** *Beihefte z. Botan. Centralbl.* Bd. L, Abt. 1, Heft 1, p. 196-210, 11 fig., 1932.

DAMMAN, H. — **Entwicklungsgeschichtliche und zytologische Untersuchungen an Helgoländer Meeresalgen.** *Wiss Meeresunterschug. Helgoland.* N. F., XVIII, Heft 1, Abhandl. nr. 4, 1930.

DELF, E. MARION. — **Experiments with the stipes of *Fucus* and *Laminaria*.** *The Journ. of experimental Biology*, vol. IX, n° 3, p. 300-313, July, 1932.

L'effort de rupture par unité de surface, sous une charge continue, a été déterminé sur les stipes de différentes Algues marines croissant à divers niveaux : *F. vesiculosus*, *F. serratus*, *A. nodosum*, *L. digitata*, *H. siliquosa*. Une variation considérable a été observée dans chaque type. La moyenne de nombreux essais a montré que les stipes de *F. vesiculosus* sont plus résistants que les stipes de *F. serratus* qui eux-mêmes résistent mieux que ceux d'*A. nodosum*. Les stipes de *L. digitata* sont à peu près aussi résistants que ceux de *F. vesiculosus;* ceux d'*Halidrys* le seraient beaucoup plus.

L'élasticité et l'extensibilité ont été également mesurées. Les résultats sont exprimés par des courbes. Les *Fucus* ont un pouvoir d'extension relativement faible par rapport à *Ascophyllum* et *Laminaria* dont le pouvoir d'extension est plus grand.

Ces particularités semblent résulter plutôt de la nature des parois cellulaires que de l'arrangement des tissus.

Il eût été intéressant de faire des essais sur les stipes de *L. Clonstonii* qui vit à un niveau plus bas que *L. flexicaulis* (= *L. digitata*) et qui se caractérisent par une rupture particulière à la flexion. — E. C.

FAIRCHILD, D. — **Sexuality in a seaweed.** *Jour. Heredity*, 21, p. 419-420, 1930.

Fucus vesiculosus est étudié.

HATTON, H. — **Quelques observations sur le repeuplement en *Fucus vesiculosus* des surfaces rocheuses dénudées.** *Bull. Labor. maritime de Saint-Servan*, fasc. IX, 1932.

L'A. a dénudé des surfaces rocheuses naturelles ou artificielles (ouvrage d'art) couvertes de *Fucus vesiculosus* et présentant des caractères écologiques divers, puis en a suivi le repeuplement. Il déduit de ses observations: que la densité des populations de repeuplement varie suivant les différents moments de l'année, étant plus dense au printemps; que ces populations sont plus prospères au niveau bas; que l'humidité du substratum a un rôle important; que les populations sont moins denses sur les surfaces ensoleillées et présentent un retard à l'exposition ouest; et que la rugosité du substratum facilite la fixation. — R. L.

MAC FARLANE, C. — **Observations on the annual growth of *Ascophyllum nodosum*.** *Proc. Nova-Scotian Inst. Sci.*, 18, p. 27-33, 1933.

The axes form a single dichotomy and axial air bladder each year, tough secondary bladders may appear irregularly. The receptacular branches persist for about 14 months, being formed each spring. — W. R. TAYLOR.

PASCHER, A. — **Ueber eine in ihrer Jugend rhizopodial und animatisch lebende epiphytische Alge (*Perone*) (Der Beiträge zur Morphologie und Biologie epiphytischer Algen, 3. Teil).** *Beihefte z. Botan. Centralbl.*, Bd. XLIX, Abt. 1, Heft 3, p. 675-687, 7 fig., 1932.

PASCHER, A. — **Ueber drei auffallend Konvergente zu verschiedenen Algenreihen gehörende epiphytische Gattungen (Der Beiträge zur Morphologie und Biologie epiphytischer Algen 3. Teil).** *Beihefte z. Botan. Centralbl.*, Bd. XLIX, Abt. 1, Heft 2, p. 549-568, Taf. VII, 13 fig., 1932.

SAUVAGEAU, C. — **Le Plethysmothalle.** *Arch. Zool. Exper. et Gen.*, T. 74, vol. Jubil., fasc. 9, p. 155-168, 1932.

SCHREIBER, B. — **Osservazioni su di un principio di « Mare Sporco » in una Valle Lagunare veneta.** *Arch. Zool. Ital.*, vol. XII, p. 123-131, 1928.

SCHREIBER, B. — **L'Ambiente chimico-fisico de una Valle lagunare in relazione alla fauna e alla flora.** *Boll. Soc. Biol. Sper.*, vol IV, p. 63, 1929.

SCHUURMAN, JOHANNA F. M. — **A seasonal study of the Microflora and Microfauna of Florida Lake, Johannesburg, Transvaal.**

Transact. R. Soc. of South Africa, vol. XX, part IV, p. 338-386, pl. XIII, 1932.

TANDY, G. AND COLMAN, J. — **Superficial structure of coral reefs; animal and plant successions on prepare substrata.** *Ann. Rept. Tortugas Lab., Carnegie Inst. Washington Yearbook, 30,, p. 395-396, 1931.*

A progress report. — W. R. TAYLOR.

WHITACRE, D. M. — **Some observations on the eggs of *Fucus* and upon their mutual influence in the determination of the developmental axis.** *Biol. Bull.,* 61 (3), p. 294-308, 1931.

The developmental axis is affected by the presence of neighbouring cells : the first division plane produces a rhizoid in a line the resultant of the influences at work. Unfertilized eggs of another species were found to influence the division planes as well dividing eggs of the same species. — W. R. TAYLOR.

ZANON, V. — **Esame di un campione di « Mare sporco » del Golfo di Fiume.** *Mem. della Pont. Acad. delle Scienze, Nuovi Lincei,* vol. XV, p. 449-528, taf. 1, 1931.

PHYSIOLOGIE, CHIMIE

ALEXANDER, G. — **The significance of hydrogen ion concentration in the biology of *Euglena gracilis* Klebs.** *Biol. Bull.,* p. 165-184, 1931.

The alleged tolerance of *Euglena gracilis* for a high concentration of citric acid is associated with the Hion concentration, for at least equal tolerance is shown to HCl, H^2SO^4 and Oxalic acid, but less acid solutions of Valerianic and Salicylic acids cause death, which effect may be connected with gretater penetration rates. The pH betwenn 7.7 and 4.5 in light or 3.0 in darkness had little effect on division rate. The optimum for photosynthesis was about 6.7, where enough O^2H was produced to maintain its reproduction at a nearly maximum rate. Encystment does not occur as an effect of pH between 8.5 and 2. 4. — W. R. TAYLOR.

ATKINS, W. R. G. — **Seasonal variations in the Phosphate and Silicate Content of Sea-Water in Relation to the Phytoplankton Crop. Pt V. November 1927 to April 1929. Compared with earlier years.** *Journ. Mar. Biol. Assoc.,* N. S., pl. XVI, n° 3, Plymouth, 1930.

BIRGE, E. A. AND JUDAY, C. — **A second report on solar radiation and inland lakes.** *Trans. Wisconsin Acad. Sci., Arts and Lett.*, 25, p. 285-335, 1930.

BLINKS, L. R. — **The variation of electrical resistance with applied potential, ii, iii.** *Jour. Gen. Physiol.*, 14, p. 127-138, 139-162, 1930.

I. Thin colloid films. The resistance varies with applied potential, in this resembling living cell membranes, but the membrane differs from those of Valonia in that the rise is largely ohmic. The technique is described.

II Impaled *Valonia ventricosa*. Electrical resistance and polarization were measured during passage of direct current across a single layer of protoplasm in *Valonia* impaled on capillaries. Five stages initial shock showing a drop to zero and recovery, normal P.D. of 8 to 25 mv., increased P.D. in artificial sap to 100 mv., reversed P.D. (outside positive) in response to various influences, and loss of P.D. in death. Technique is described. — W. R. TAYLOR.

CHEMIN, E. — **Influence de la lumière sur le développement des spores de *Nemalion multifidium* J. Ag.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 63-69, 2 fig., Paris, sept. 1931.

L'émission des spores, comme leur fixation, paraît indépendante de l'éclairement, elle n'est favorisée ni par la lumière, ni par l'obscurité.

A l'obscurité, comme à la lumière, la spore se développe dès sa fixation : dans les deux cas, elle se vide entièrement en donnant naissance à un filament rampant ; mais alors qu'à la lumière le développement se poursuit à la vitesse de la formation d'un article environ par 24 heures, à l'obscurité le développement s'arrête de bonne heure, la masse de matière vivante ne paraissant pas avoir sensiblement augmenté. Les réserves, s'il en existe, sont insuffisantes pour assurer le développement. — J. F.

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL POUR L'EXPLOITATION DE LA MER. — **General Marine Physiology. Conditions of Grow. of Phytoplankton.** *Rapports et Procès-verbaux*, vol. LXXV, sept. 1931.

COLLA, S. — **Ricerche sul contenuto gassoso di alcune alghe.** *Annali di Botanica*, XIX, p. 426, 1931.

COOPER, W. C. AND OSTERHOUT, W. J. V. — **The accumulation of electrolytes, I. The entrance of ammonia into *Valonia macrophysa*.** *Jour. Gen. Physiol.*, 14, p. 117-125, 1930.

When, 0,005 M NH^4Cl is added to seawater containing *Valonia macrophysa* ammonia soon appears in the sap and may reach a concentration inside over

40 times as great as outside. It appears to enter as undissociated NH^3 (or NH^4OH). When ammonia first enters the pH value of the sap rises rapidly but reaches a maximum and then falls. There is also an increase of halide in the sap which comes to a constant equilibrium value. The increase of NH^3 is accompanied by a decrease of K. As NH^3 enters the specific gravity decreases and the cells rise and continue to grow as florating organisms with an increased growth rate. — W. R. TAYLOR.

DANIN, ZIPORA. — **Sulle Cavità gassose di *Rivularia polyotis* (J. Ag.). Hauck e sui gas in essa contenuti.** *Nuov. Giornale Botanico Italiano*, vol. XXXIX, p. 165-181, fig. 1-4, 1932.

DOSTAL, R. — **Zur Vitalfârbung und Morphogenese der Meeressiphoneen.** *Protoplasma*, Bd. V, Heft 2, p. 168-178, 1928.

FOX, D. L. — **Carbon dioxid narcosis, I, II.** *Jour. Cell. and Comp. Physiol.*, 3, p. 75-100, 1933.

I. Specific effects of carbon dioxid upon protoplasmic streaming and consistency of *Nitella* and upon the life of the cell II. The effect of carbon dioxid compared with that of the hydrogen ion The threshold of tolerance in *Nitella* to carbon dioxid and the hydrogen ion. — *N. clavata* was used. CO^2 acts as a narcotic in buffered solutions causing a slowing of cyclosis and ultimate cessation, with increased protoplasmic consistency Recovery is more rapid than the original action, and the action is reversible within a time limit. The acnot due to the pH changes. — W. R. TAYLOR.

GIRAL, J. — **Recherches sur les Algues d'Espagne. Algine.** *Ann. Soc. Esp. Fis. Quim.*, T. 27, p. 144-163, 1929.

HASSID, W. Z. —**Occurrence of dulcitol in *Iridea laminarioides* (Rhodophyceæ).** *Plant Physiology*, 8, p. 480-482, 1933.

The technique is described. The presence of dulcitol in relation to the presence of galactan suggests that an equilibrium exists between these two substances and that the metabolic process in this alga may depend on dulcitol rather than glucose or sucrose. — W. R. TAYLOR.

HOFFMANN, C. — **Die Atmung der Meeresalgen und ihre Beziehung zum Salzgehalt.** *Jahrb. Wiss. Bot.*, LXXI (2), 214-268, 1929.

HOLDHEIDE, W. — **Ueber Plasmolyse bei *Hydrodictyon utriculatum*.** *Planta*, Bd. 15, p. 244-298, 10 fig., 1931.

HOLLENBERG, G. J. — **Some physical and chemical properties of *Halicystis ovalis* (Lyngb.) Aresch..** *Jour. Gen. Physiol.*, 15, p. 651-653, 1932.

Physical and chemical data are tabulated.

IRWIN, M. — **Studies in penetration of dyes with glass electrodes, IV, V. Penetration of brilliant cresyl blue into *Nitella flexilis*. Why does azure B penetrate more readily than methyl blue or crystal violet ?** *Journ. Gen. Physiol.*, 14, p. 1-17, 19-20, 1930.

Glass electrode measurements of the pH of the sap show that cresyl blue in the form of free base penetrates the vacuole and raises the pH value of the sap to about the same degree as the free base of the dye added to the sap in vitro, while the dye salt dissolved in the sap does not alter its pH. — W. R. TAYLOR.

JACQUES, A. G. AND OSTERHOUT, W. J. V. — **Behavior of sodium, potassium and ammonium in *Valonia*.** *Jour. Gen. Physiol.*, 14, p. 301-314, 1930.

When 0,001 M NH^4Cl is added to sea water containing *Valonia macrophysa* there seems to be a rapid penetration of undissociated NH^3 (or NH^4OH) which raises the pH of the sap, and K leaves the cell; NH^4Cl accumulates. — W. R. TAYLOR.

JACQUES, A G. AND OSTERHOUT, W. J. V. — **The accumulation of electrolytes, IV. Internal versus external concentrations of potassium.** *Jour. Gen. Physiol.*, 15, p. 537-550, 1932.

Valonia macrophysa was used. Lowering the K in seawater from 0,011 M to 0,006 M caused an exit of K from the cells. Sodium continued to penetrate and the K : Na ratio fell; the cells ceased to grow but showed no other injury. Increase of external K brought about an increase of internal K, halide, and total cations as of the K : Na ratio. — W. R. TAYLOR.

KONGUISSER, R. A. — **Sur l'accumulation d'iode par l'Algue *Ptilota* (Rhodophycées).** *Ryb. Chosjaistwo Dalnewo Wostosca,* 1931, 1931, Vladivostock (en russe).

Deux espèces de *Ptilota* de la côte Ouest du Nord du Kamtchatka qui se rencontrent dans la zone sublitorale, en grande masse, accumulent l'iode en quantités aussi grandes que les Laminaires ainsi que le montrent les analyses de l'Auteur.

KROGH, A. AND LANGE, E. WITH SMITH, W. — **On the Organic Matter given off by Algæ.** *Biochem. Journ.*, vol. XXIV, n° 6, London, 1930.

ZORA KLAS, Dr. — **Quelques remarques sur la présence de l'iode chez les Algues adriatiques.** *Act. Bot. Inst. Bot. Universitatis Zagrebensis*, vol. VII, 1932.

L'existence de l'iode a été recherchée par les méthodes classiques en employant l'amidon comme réactif. Les Algues ont été récoltées dans la région de Split et traitées à l'état frais après avoir été débarrassées de leurs épiphytes. 56 espèces, dont la liste est donnée (14 chlorophycées, 19 Phéophycées, 23 Rhodophycées), ont été examinées. Une seule, *Cladostephus verticillatus*, a donné un résultat positif ; ce résultat, déjà obtenu par MOLISCH à Helgoland, ne s'observe qu'avec les rameaux principaux et non avec les ramules.

Peut-on conclure que les Algues de l'Adriatique sont moins riches en iode que les Algues des autres régions? Auparavant il faudrait étendre les recherches à d'autres espèces, en particulier à celles qui ont donné ailleurs des résultats positifs, car d'après les travaux antérieurs, et malgré quelques divergences dans les résultats signalés, il semble bien que l'existence de l'iode soit un caractère spécifique. — E. C.

KLUGH, A. B. — **Studies on the Photosynthesis of Marine Algæ. N° 1. Photosynthetic rates of *Enteromorpha linza, Porphyra umbilicalis* and *Delesseria sinuosa* in red, green and blue light.** *Contrib. Canadian Biol. and Fish.*, N. S., VI, p. 41-63, 1930.

LINK, K. P. — **Crystalline d-mannuronic acid.** *Science*, 76, p. 396, 1932.

This subtance has been isolated from *Macrocystis pyrifera* and *Fucus serratus*, and purified to enable exact determination. — W. R. TAYLOR.

LUNDE, G. ET *Closs*, K. — **Nature des combinaisons iodées dans *Laminaria digitata*.** *Biochem. Ztg*, 219, p. 198-247, 1930.

MANSKE, R. H. F. — **Présence de d-Mannose dans les Algues marines.** *J. Biol. Chem.*, T. 86, p. 571-573, 1930.

MONFORT, C. — **Die funktionelle Einstellung verschieden gefärbter Meeresalgen auf die Lichtintensität. Studien zur vergleichen Œkologie der Assimilation. II.** *Jahrb. Wiss. Bot.*, LXXI, (1), p. 106-148, 1929.

NELSON, W. L. AND CRETCHER, L. H. — **The carbohydrate acid sulfate of *Macrocystis pyrifera*.** *Jour. Biol. Chem.*, 94, p. 147-154, 1931.

« The acid ester obtained by extraction of the fronds... with dilute hydro-

chloric acid is a methylpentose monosulfate polymer of the most probable composition (R-O-SO²-OH⁴). Fucose has been identified as a product of hydrolysis of the ester and is probably the only methylpentose constituent. » The technique is described. - W. R. TAYLOR.

NICHOLS, S. P. — **The effect of chloroform upon the rotation of the internodes of *Nitella*.** *Bull. Torrey Bot. Club*, 57, p. 153-160, 1930.

The results of both sudden and slow penetration of a needle are discussed, and the normal course of recovery. Chloroform was applied locally by a capillary pipette causing formation of an area of non-motile cytoplasm. Puncture within a chloroformed area is not followed by permanent recovery. Recovery from local stoppage of movement by chloroform occured, but not when the stoppage was general. — W. R. TAYLOR.

OSTERHOUT, W. J. V. — **The accumulation of electrolytes. ii, Suggestions as to the nature of the accumulation in *Valonia*.** *Jour. Gen. Physiol.*, 14, p. 285-300, 1930.

Potassium enters as KOH, continuing to enter as the production of acid in thecelle continues, and the ultimate concentration is greater inside the cell than out. KOH combines with a weak organic acid which is exchanged for HCl entering from the seawater so that KCl accumulates in the sap. Na enters more slowly. — W. R. TAYLOR.

OSTERHOUT, W. J. V. — **Physiological studies of single plant cells.** *Biol. Rev. and Biol. Proc. Cambridge Phil. Soc.*, 6, p. 369-411, 1931.

A comprehensive survey of the work of this Investigator's laboratory, with extended bibliography, is given.

OSTERHOUT, W. J. V. AND HILL, S. E. — **The death wave in *Nitella*, iii. Transmission.** *Jour. Gen. Physiol.*, 14, p. 385-392, 1931.

Cutting a cell of *Nitella* sets up a series of rapid electrical responses, too rapid for the apparatus but followed by a slower series at an increased distance from the cut. The slower responses are usually irreversible. — W. R. TAYLOR.

RICARD, P. — **Les constituants glucidiques des Laminaires, nature, variations saisonnières.** *Bull. Soc. Chim. Biol.*, XIII, p. 417-435, 1931.

ROCHE, S. — **Notes sur les pigments des Algues rouges et bleues (phycoérythrines et phycocyanines).** *Arch. de Physique biolog.*, T. X, n° 2, p. 91-101, 1933.

Les phycochomoproteides purs, cristallisés, phycoérythrine de *Ceramium rubrum* et phycocyanine d'*Aphanizomenon Flos-aquae*, contiennent des proteines voisines des globulines végétales.

L'étude spectroscopique des causes d'absorption ou de fluorescence de ces deux corps en milieu d'acidité ou d'alcalinité variable montre qu'à partir de ces deux phycochromoproteides prennent naissance des corps de propriétés identiques rapprochables des dérivés biliaires. Cela confirme les recherches anciennes de R. LEMBERG. — R. L.

RUSSELL-WELLS, B. — **Fats of Brown Sea-Weeds.** *Nature*, CXXIX, p. 654-55, 1932.

SCHUTT, F. — **L'Iode dans les Algues marines.** *Report of Dominion (Canada) Chemist for the Year Ending, March 31st., 1929. Analyst*, 55, p. 391, 1930.

SCHUETTE, H. A. AND ALDER, H. — **A note on the chemical composition of *Chara* from Green Lake, Wisconsin.** *Transact. of the Wisconsin Academy*, vol. XXIV, p. 141-145, 1929.

STANBURY, F. A. — **The Effect of Light of Different Intensities Reduced selectively and non-selectively upon the rate of Growth of *Nitzschia Closterium*.** *Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, N. S., XVII, p. 633-654, 1931.

SWANN, W. F. G. AND DEL ROSARIO, G. — **The effect of radioactive radiation upon *Euglena*.** *Jour. Franklin Inst.*, 211, p. 303c-317, 1931.

The death of the *Euglena* cell was shown to have been caused by a single impact upon a sensitive region by an alpha particle, and the size of the region was calculated to be about equal to that of the nucleus. — W. R. TAYLOR.

SWANN, W. F. G. AND DEL ROSARIO, G. — **The effect of certain monochromatic ultraviolet radiations on *Euglena* cells.** *Jour. Franklin Ins.*, 213, p. 549-560, 1932.

WILLIAMS, E., KNEER, L., WICKWIRE, G. C., VERA, D. J. AND BURGE, W. E. — **Increase of sugar utilization in *Spyrogyra* by means of commercial fertilizers.** *Bot. Gaz.*, 92, p. 321-325, 1931.

S. porticalis was used. Units of 150 gms. of *Spirogyra* (wet weight) were placed in 600 c. c. of 0,1 % dextrose and 600 mg. of various commercial

fertilizers (of which 53 types were used) in 15 c. c. of water added. Analyses of the sugar in the liquid by Benedict's method made immediately and then after 40 hours in dim light, with evaporation balanced. A parallel series with pure compounds of the nature of components of the fertilizers was run. The most active commercial fertilizer increased utilization nearly three times, and the most active single compound [CO (NH^2) 2] over twice, the time being 48 hours o the latter. Bacteria were shown not to have any effect in producing these results. — W. R. TAYLOR.

WHITACRE, D. M. — **On the rate of oxygen consumption by fertilized and unfertilized eggs. I, *Fucus vesiculosus*.** *Jour. Gen. Physiol.*, 15, p. 167-182, 1931.

Unfertillized eggs in the dark consume 5,2 mm^3 O^2 per hour per 10 mm^3 eggs, but in an illumination of 100.000 ft. candles they liberate more than twice as much as they consume. The swimming sperm consume 25.5 mm^3 O^2 per hour per 10 mm^3 of sperm. After fertilization the rate of O^2 consumption increases to 190 per cent, which is maintained for 13 or 14 heures, followed by a slight rise. — W. R. TAYLOR.

CYTOLOGIE

CHADEFAUD, M. — **L'instabilité cytoplasmique chez les Algues.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 167-176, pl. 10, Paris, sept. 1931.

Chez des *Monas*. on observe dans des individus nageant librement des pseudopodes dirigés vers l'extérieur que l'auteur considère comme équivalent de figures myéliniformes. Dans le cas d'individus colorés au bleu de crésyl, on observe fréquemment le gonflement puis l'éclatement vers l'extérieur de vacuoles digestives. Chez *Microspora* l'instablité se traduit par la formation de vacuoles endovacuolaires myéliniformes et par celles de vacuoles vésiculeuses à parois sans cesse tremblotantes. Ces phénomènes se localisent de préférence au voisinage du noyau. Chez les *Spirogyra* on observe également des pseudopodes endovacuolaires analogues à ceux signalés chez les *Callithamnion* et localisés aux deux extrémités des cellules. Le protoplasme des figures d'instabilité est normal, leur formation semble être liée à une véritable activité protoplasmique. Cette suractivité peut dépendre de circonstances purement physiologiques, mais dans les cas étudiés son origine semble être pathologique. — J. F.

GROSS, ILSE. — **Beitrâge zur Entwicklungsgeschichte der Protophyten. VII. Entwicklungsgeschichte, Phasenwechsel und Sexualitât bei der Gattung *Ulothrix*.** *Arch. f. Protistenkunde*, 73, 206-234, 1931.

L'auteur étudie le développement, la reproduction, la sexualité et l'alternance cytologique des phases chez deux espèces du g. *Ulothrix : U. zonata* et *U. oscillarina*, qu'il a réussi à cultiver depuis la germination jusqu'à la production des spores et des gamètes. La seconde espèce ne diffère que par des détails de la première : ses filaments sont plus grêles, ses cellules possèdent un seul pyrénoïde, qui se désagrège et disparaît au cours des divisions qui président à la formation des zoospores. Les résultats fournis par l'étude d'*Ulothrix zonata* sont les suivants :

1° Bien qu'il y ait isogamie morphologique, cette espèce est dioïque. Il y a hétérothallisme : on doit distinguer des thalles + et des thalles –.

2° Il y a trois sortes de thalles +, qui se succèdent dans le temps, au cours du cycle évolutif, dans l'ordre suivant : a) filaments + asexués donnant uniquement des zoospores; b) filaments + donnant zoospores et gamètes; c) filaments + donnant uniquement des gamètes. Il y a de même trois sortes de thalles —, soit au total six sortes de filaments.

3° Ces filaments sont tous haploïdes. Seuls les zygotes, formés par la fusion d'un gamète + et d'un gamète —, sont diploïdes, et la réduction chromatique se produit lors de leur germination. Ayant eu la chance de rencontrer des zygotes qui germaient sans période de repos préalable, et sans s'entourer d'une épaisse membrane, l'auteur a pu observer quelques quelques stades de la réduction chromatique. Le nombre haploïde n = 4 chromosomes.

4° Dans certains cas, on voit deux gamètes s'accoupler, sans se fusionner ultérieurement. L'auteur décrit ce phénomène difficile à interpréter, et déjà observé par DODEL. — M. C.

HUSTED, LADLEY. — **Cell wall of *Vaucheria geminata*.** *Bot. Gaz.*, 91, p. 219, 1931.

The wall is of 3 layers, the outer of pectose, the middle of cellulose and the very thin inner layer of pectose or of some other material impermeable to hydrocellulose reagents. — W. R. TAYLOR.

JUNGERS, V. — **Recherches sur les plasmodesmes chez les végétaux. II. Les Synapses des Algues rouges.** *La Cellule*, T. XLII, fasc. 1, p. 7-28, 2 pl., 1933.

Les synapses, ou connexions intercellulaires, peuvent, dans les genres étudiés, *Polysiphonia, Delesseria, Griffithsia* et *Ceramium*, être divisés en deux types : Type du *Polysiphonia*, formé de deux disques chromatiques séparés par une fine lamelle membranaire. Type du *Griffithsia*, constitué par un unique corps chromatique en forme de lentille sertie dans l'orifice centrale de la membrane transversale. Les synapses ne sont point de nature protoplasmique, mais sont de valeur membranaire. Il n'existe pas de communications protoplasmiques au niveau des synapses. Contrairement à ce que pensait FALKENBERG, l'origine des synapses n'est pas lié à la caryocinèse. Enfin, il n'existe aucun rapport entre les synapses des algues rouges et les plasmodermes des plantes supérieures. — F. M.

KOPETZKY-RECHTPERG, O. — **Die Nucleolen im Kern der *Desmidiaceen*.** *Beihefte z. Botan. Centralbl.*, Bd. XLIX, Abt. 1, Heft 3, p. 686-702, Taf. VIII, 1932.

LIND, A. — **A contribution to the life history and cytology of two species of *Ulothrix*.** *Ann. of Bot.*, XLVI, p. 711, 1932.

L'auteur étudie *U. zonata* et *U. rorida* et arrive aux mêmes conclusions que I. GROSS. Voici ce qu'il constate chez *U. rorida*, qu'il étudie avec plus de détails.

1° On trouve le même nombre de chromosomes, n = 5, au cours des mitoses végétatives, de celles qui président à la formation des zoospores, et de celles qui accompagnent la formation des gamètes. La réduction chromatique, qui n'a pas été observée par l'auteur, ne peut donc se produire que lors de la germination du zygote, qui à lui seul représente la diplophase.

2° Le cycle évolutif peut se ramener au schéma suivant : le zygote, diploïde, germe en produisant des spores haploïdes (réduct. chromat.), d'où naissent des filaments haploïdes donnant uniquement des zoospores ; ce n'est qu'après une ou plusieurs générations asexuées qu'apparaissent les filaments gamétogènes, également haploïdes.

L'auteur donne en outre quelques renseignements morphologiques et biologiques sur les espèces étudiées. — M. C.

LWOFF, A. — **Recherches biochimiques sur la nutrition des Protozooaires.** *Monographies de l'Institut Pasteur*, Paris, 1932.

Malgré son titre, ce mémoire, fruit d'une longue série de recherches, intéresse particulièrement l'Algologie, puisque les espèces étudiées ont été surtout des Algues unicellulaires flagellées, Euglènes et Chlamydomonadines, et qu'il s'agit d'un essai de physiologie comparée des Protistes chlorophylliens et des Protistes incolores.

On voit immédiatement l'intérêt d'un tel sujet, puisqu'il transporte du domaine morphologique à celui de la physiologie la question — classique, et plus que jamais à l'ordre du jour — des relations entre les Algues inférieures et les Protozoaires proprement dits. Adoptant et généralisant les idées contenues, ces temps derniers, par PASCHER et par DOFLEIN-REICHENOW, l'auteur admet que, dans ce domaine, l'évolution a surtout consisté en une perte d'organites cellulaires et, corrélativement de capacités physiologiques. Les Protozoaires dérivent des Protistes chlorophylliens par perte du plastidome. Deux processus sont possibles. Le plastidome peut s'atrophier et se décolorer, jusqu'à se réduire à un réseau mitochondrial (cas des *Polytoma*), ou au substratat mitochondrial du stigma (cas de nombreux flagellés, et même d'une Amibe, décrite récemment par PASCHER), et finalement disparaître. Ou bien, le plastidome passant tout entier dans une des cellules-filles, au cours d'une division cellulaire, il peut apparaître des individus apoplastiques, comme la chose a été montrée par SCHERFFEL, PASCHER, et d'autres auteurs, notamment chez des Chrysomonadines. L'auteur donne quelques précisions sur ces deux

processus, qui sont conditionnés d'une part par le milieu (éclairement, nutrition), d'autre part par la constitution génétique des individus envisagés, le milieu ne pouvant que régler la manifestation des potentialités que comporte cette constitution. Le cas d'*Euglena gracilis*, qui devient, reversiblement, leucoplastidiée à l'obscurité, et peut devenir, irreversiblement, apoplastidiée dans certaines conditions de nutrition, est, à ce sujet, particulièrement intéressant. Selon l'auteur, c'est par apoplastie que seraient apparus les Protozoaires proprement dits, bien que Pascher ait fait remarquer que les individus aplopastidiés ont une vitalité faible, et sont donc peu aptes à faire souche d'espèces nouvelles. La perte de la chlorophylle et du plastidome, dont on sait l'importance physiologique, ne serait qu'un cas particulier d'un phénomène plus général. Les fonctions physiologiques de la cellule seraient conditionnées par l'existence, dans le cytoplasme, de sortes de « gènes », particules infravisibles et hypothétiques, dont l'auteur essaye, à l'aide d'arguments de valeur d'ailleurs variable, et surtout d'ordre bactériologique, de prouver l'existence. L'évolution consisterait principalement, dans le domaine protistologique, en une perte de ces particules, ou « ferments cellulaires ». De fait, quand on suit cette évolution du point de vue physiologique, on constate qu'elle s'accompagne d'une perte de capacités nutritives. Ceci est surtout net en ce qui concerne la nutrition azotée, comme nous allons le voir. Mais il ne faut probablement pas aller trop loin dans ce domaine, et les Protozoaires proprement dits paraissent avoir, en ce qui concerne leur nutrition carbonée, des capacités de synthèse plus grandes que les Protistes leucoplastidiés, ou même que les Protistes chlorophylliens cultivés à l'obscurité. L'évolution semble ici — ce que l'auteur ne souligne pas — s'accompagner d'un gain de capacités nouvelles. La théorie esquissée par l'auteur paraît donc — outre le caractère hypothétique de ses bases — par trop absolue. Elle n'en garde pas moins un très grand intérêt.

Les faits d'ordre physiologique mis en lumière dans ce travail méritent de retenir longuement l'attention. Voici les plus remarquables :

a) *En ce qui concerne la nutrition carbonée*, les formes *leucoplastidiées* (Polytoma, Euglènes décolorées à l'obscurité) ont absolument besoin, quel que soit l'aliment azoté organique qu'on leur fournit, d'un élément carboné indépendant bien défini, savoir, un acide gras linéaire en C^2, C^4 ou C^6, l'acide acétique étant celui qui convient le mieux. Selon la terminologie de l'auteur, ces formes sont *oxytrophes*. Etant donné ce qu'on sait de l'évolution des acides gras par β-oxydation, ces acides doivent tous fournir, finalement, de l'acide acétique : c'est de celui-ci que la cellule a besoin pour ses synthèses carbonées. Or, les Chlamydomonadines vertes (*Chlamydomonas, Hematococcus*), à l'obscurité, se développent beaucoup mieux quand le milieu renferme ces mêmes acides gras. Il semble donc que les cellules plastidiées, quand la fonction chlorophyllienne ne se fait plus (plastes décolorés, ou obscurité), ont plus ou moins absolument besoin d'acide acétique comme aliment carboné. Cela permet de penser que l'acide acétique, ou un de ses dérivés, joue un rôle important comme produit intermédiaire dans la photosynthèse des glucides. On ne peut d'ailleurs établir ici aucune théorie simple de cette photosynthèse, puisque le besoin d'acide acétique est loin d'être absolu, et surtout puisque

certaines Euglènes, même en présence des acides gras en question, ne peuvent être cultivées à l'obscurité.

Les formes sans plastidome (Protozoaires proprement dits) ne sont pas oxytrophes. L'aliment organique azoté leur suffit comme source carbonée. Elles ont donc, comme nous l'avons rapporté plus haut, des capacités physiologiques plus étendues, dans ce domaine, que les formes plastidiées dont elles sont supposées descendre. Il en va de même des Champignons inférieurs.

b) *En ce qui concerne la nutrition azotée*, on peut établir, tant parmi les Algues inférieures que parmi les Bactéries ou les Champignons, des séries selon lesquelles on voit se perdre les capacités physiologiques de la cellule. Les Euglènes, cultivées à la lumière, en fournissent, selon les recherches de Dusi, un bel exemple. Certaines utilisent indifféremment les nitrates, les sels ammoniacaux, les acides aminés (un seul suffit), et les peptones complexes. D'autres ont perdu l'aptitude à utiliser les nitrates, ou les nitrates et les sels ammoniacaux, ou les nitrates, les sels ammoniacaux et les acides aminés. On arrive ainsi à des espèces qui ont absolument besoin de certaines peptones complexes. De telles séries physiologiques me paraissent être un puissant argument pour les théories selon lesquelles la synthèse des protéines, chez les plantes, consiste en une transformation, par réduction, de l'azote nitrique en azote ammoniacal, puis l'édification, aux dépens de celui-ci, du groupement caractéristique des acides aminés, et de la synthèse de ces derniers, transformables les uns en les autres sans désamination (contrairement à ce que pense Lwoff), enfin, l'assemblage des acides aminés en édifices polypeptidiques complexes, comportant des noyaux plus complexes et plus caractéristiques que le simple enchaînement peptidique seul admis jusqu'à ces derniers temps. J'ai noté plus haut l'intérêt phylogénétique de ces séries physiologiques. Les Protozoaires proprement dits paraissent avoir absolument besoin de peptones complexes, et il a été impossible d'obtenir des cultures indéfiniment repiquables sur des milieux aux acides aminés, même si aucun de ceux-ci ne fait défaut. Un tel fait pourra modifier nos idées sur le métabolisme des albuminoïdes chez les Animaux supérieurs, et on peut noter ici que les « tréphones », quasi indispensables à la nutrition des cultures de tissus, peuvent être précisément remplacées, dans certains cas, par des peptones.

c) Enfin, quant *aux rapports entre la nutrition azotée et la fonction chlorophyllienne*, l'auteur essaye de prouver, après beaucoup d'autres, que ces deux séries de phénomènes sont directement liées. Chez *Polytoma*, selon Volkonsky, le leucoplaste jouerait un rôle important dans la nutrition azotée. Chez les Chlamydomonadines et les Euglènes, les capacités de nutrition azotée diminuent beaucoup à l'obscurité, etc. Ces arguments sont loin d'entraîner la conviction. La lumière peut agir sur la protéosynthèse autrement que par le truchement de la fonction chlorophyllienne: la chose est connue chez les plantes supérieures. La photosynthèse doit intervenir indirectement, par les glucides qu'elle produit : de la nature de leur aliment carboné dépend la capacité protéosynthétique de beaucoup de Bactéries. Et d'ailleurs, les Euglènes, dont cette capacité est si variable d'une espèce à l'autre, sont pourtant toutes photosynthétiques. On se trouve en présence de faits d'une incroyable complexité.

L'auteur groupe tous les résultats connus en une remarquable classification des Protistes. C'est la conclusion logique de ce mémoire, dont la précédente analyse ne permet qu'incomplètement d'estimer la richesse et l'intérêt. — M. C.

Mc Allister, F. — **The formation of the achromatic figure in *Spirogyra setiformis*.** *Amer. Jour. Bot.*, 18, p. 838-852, 1932.

Polar caps form extranuclear groups of fibrillae, but functional spindle also of intranuclear origin. Spindle not of true fibers, but the motion of the chromatin material is accomplished by protoplasmic flow. — W. R. Taylor.

Mangenot, G. et Nardi, R. — **Les plastes d'*Acetabularia mediterranea* Lamour.** *Trav. Cryptog. déd. à L. Mangin*, p. 459-463, 4 fig., Paris, sept. 1931.

Cette Siphonocladiale possède des chloro-chromoplastes riches en carotène, sous forme de corpuscules orangés ressortant vivement sur le fond coloré en vert du chloroplaste. Il n'y a pas d'amidon. Dans les cellules des poils verticillés qui sont situés au sommet de la plante, on observe des choroplastes qui y régressent à l'état de chondriocontes à mesure qu'il s'agit d'un article d'ordre plus élevé dans la couronne filamenteuse. — J. F.

Pascher, A. — **Ueber das Vorkommen von kontraktilen Vakuolen bei pennaten Diatomeen.** *Beihefte z. Botan. Centralbl.*, Bd. XLIX, Abt. 1, Heft 3, p. 703-709, 6 fig., 1932.

TECHNIQUE

Allen W. E. — **Methods in Quantitative Research on Marine Microplankton.** *Bull. Scrips. Instit. of Oceanography. Tech. Ser.*, vol. 2, n° 8, p. 319-329, Berkeley, 1930.

Anon. — **Mounting marine algæ.** *Bio-Log*, 2 (2), p. 5-6, 1932.

Hanna, G. D. — **Another synthetic resin useful in microscopy.** *Science*, 70, p. 16-17, 1929.

A resin of high refractive index, particularly useful in diatom work.

VARIA

Gran, H. H. — **Carl Hansen Ostenfeld 1873-1931.** *Journal du Conseil perm. int. par l'expl. de la Mer*, vol. VI, n° 2, p. 171-173, 1 portrait, 1931.

Notice nécrologique sur le célèbre planktonologiste Danois.

Morgan, A. H. — **Fieldbook of ponds and streams.** G. P. Putman's Sons, New York, 448 pages, 1930.

The simpler plants and animals are discussed on pp. 46-57; a few algae are mentioned and inadequately discussed. — W. R. Taylor.

Pentegoff B. P. — **L'utilisation des plantes marines de l'Extrême-Orient.** *Izv. Tikhookeansk. Naoutchno-Promychl. St.*, 1929, 3, 313; d'après *Chim. et Ind.* (1930), 23, 803 D.

Raymond, P. E. and H. C. Stetson. — **A new factor in the transportation and distribution of marine sediments.** *Science*, 73, p. 105-106, 1931.

A jelly found on the sea bottom may be of algal origin and acts as a levitator of fine sand. — W. R. Taylor.

Le Gérant : A. JEAN.

Tome VII - Fasc. 3-4 **Février 1936**

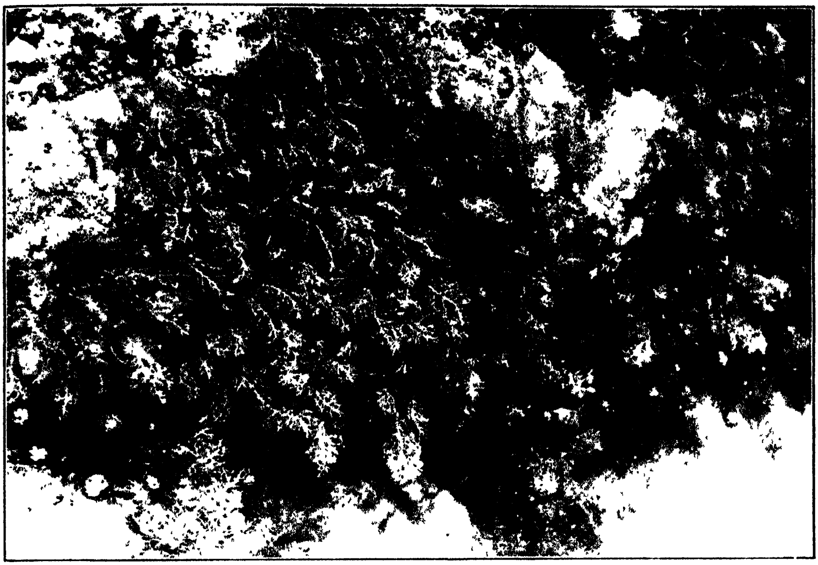
REVUE ALGOLOGIQUE

Directeurs :

P. ALLORGE et Rob. LAMI

SOMMAIRE

VEGETATION ALGAGE DE FRANCE. — Pl. 9.



Cystoseira myriophylloides Sauv. — Sur le flanc d'une grande cuvette. Zone supérieure. St-Malo, avril 1934.

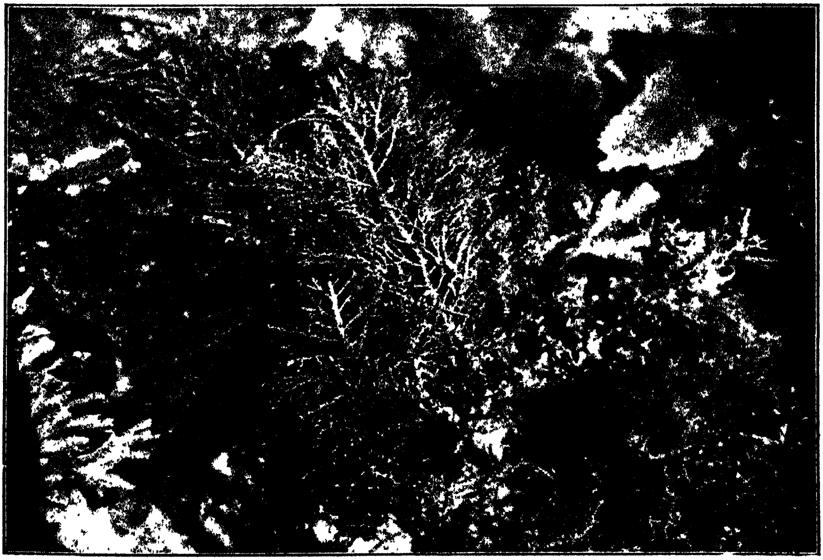


Photo R. Lami

Cystoseira fœniculacea Grev. — Dans une cuvette de la zone moyenne. St-Enogat, avril 1934.

CONSTITUTION ET BIOLOGIE DES RHODOPHYCÉES D'EAU DOUCE

par J. Augier

INTRODUCTION - HISTORIQUE

Une dizaine de genres d'Algues rouges, Bangiales et Floridées, habitent les eaux douces de la France. Les principaux sont :

BANGIALES .	*Bangia*
	Porphyridium
NEMALIONALES :	*Audouinella*
	Balbiania
	—
	Batrachospermum
	Lemanea
	Sacheria
	—
	Thorea
CRYPTONEMIALES :	*Hildenbrandtia*

Le public les connaît assez peu, pour des raisons qui tiennent à leur biologie, ainsi qu'à leur aspect. Résumons, en quelques lignes, ces particularités.

Au lieu que les végétaux verts sont vulgairement répandus dans les eaux douces, les Algues rouges sont étroitement éclectiques quant à leurs conditions de vie. Il faut les rechercher sur des fonds rocheux,

aux places où le courant est violent, la profondeur de l'eau minime, ainsi dans les rapides et les cascades (1). En ces stations privilégiées, elles sont souvent très abondantes, à l'exclusion d'autre végétation. Mais leur présence peut être très inconstante, en raison surtout des variations rapides qui affectent le milieu des eaux douces. Ainsi les Batrachospermes disparaissent quand survient un apport de vase ou de feuilles mortes. Certaines années, les *Thorea* sont introuvables aux places où elles abondaient ; plus tard, elles s'y montrent à nouveau.

Les Algues de ce groupe ne diffèrent pas toujours des plantes vertes au point de forcer l'attention. Si le nom d'algues « rouges » exprime en effet la couleur de plusieurs d'entre elles (*Bangia, Porphyridium, Balbiania, Hildenbrandtia*), il semble, pour le profane, qualifier bien mal les *Batrachospermum, Lemanea, Thorea*. Ces dernières, les plus grandes et les plus connues, ont des teintes variables: vert, olivâtre, brun noir, jamais le rouge franc de beaucoup d'algues marines.

Toutes possèdent pourtant de la phycoérythrine (2), et méritent ainsi leur nom. Mais la phycocyanine s'y superpose, en proportion variable selon les genres et les conditions de vie. On s'explique que le rouge et le bleu, alliés au vert de la chlorophylle, produisent les nuances les plus diverses.

Mieux que le pigment rouge, les caractères de la sexualité, connus dans la plupart des cas (3), font de ces Algues d'authentiques Rhodophycées.

⁂

La physiologie de ces plantes n'est pas aussi bien connue, il s'en faut, que leur structure ou leur développement. L'on possède assez peu de données sur la nature des composés chimiques qu'elles élaborent ; les corps dissous dans le suc cellulaire n'ont pas été étudiés : ils ont échappé à l'examen histochimique, seul procédé de recherche

(1) Les *Porphyridium* sont souvent terrestres ou subterrestres.

(2) Dans le *Batrachospermum vagum*, la phycocyanine paraît exister seule à côté de la chlorophylle (KYLIN).

(3) Dans le genre *Audouinella*, on ne connaît la reproduction sexuée que pour une seule espèce. La sexualité est très mal connue chez les *Thorea;* les métamorphoses ne permettent guère cependant d'éloigner ce genre des *Lemanea*.

couramment employé (1). Un meilleur succès semble réservé à la technique macrochimique, mise au point récemment dans l'étude des Algues marines (RICARD [1], GUÉGUEN [2]) (2).

Toutefois, pour de nombreuses espèces, de sérieux obstacles se présentent : la recherche chimique requiert en effet un poids notable d'algues propres. Or les *Porphyridium* sont unicellulaires; les *Audouinella*, filameneux, mesurent quelques millimètres; les *Balbiania* sont de petits épiphytes des Batrachospermes; les *Hildenbrandtia* revêtent les pierres d'une mince croûte rouge : il est très difficile d'en entreprendre l'analyse.

Quelques espèces néanmoins, grâce à leur taille relativement grande, constituent un matériel favorable. C'est à leur étude que le présent travail est consacré, du point de vue spécial de la chimie des glucides. L'on a examiné les espèces suivantes :

Lemanea nodosa, Kütz.
Sacheria fucina, Sirdt.
Thorea ramosissima, Bory.
Bangia atropurpurea, Lb.
Batrachospermum moniliforme, Roth.

Les deux premières ont fait l'objet d'une analyse approfondie, exposée séparément; cette analyse jette quelque clarté sur les données plus sommaires relatives aux trois autres espèces. Ces recherches nous furent inspirées par les récentes découvertes relatives aux Rhodophycées marines. A partir de *Rhodymenia palmata*, H. COLIN et E. GUÉGUEN [6, 7] ont isolé un hétéroside nouveau, le « floridoside », formé de l'union d'une molécule de galactose α et d'une molécule de glycérol. Le même glucide fut retrouvé par ces auteurs [8] dans *Furcellaria fastigiata*, et sa présence leur paraît certaine dans toutes les Floridées qu'ils ont étudiées jusqu'ici, au nombre d'une vingtaine.

Le floridoside se trouve-t-il dans les Algues rouges d'eau douce ? Y est-il seul présent, ou accompagné d'autres sucres ? Les conditions

(1) TIHOMIROW a tenté d'employer la phénylhydrazine comme réactif histochimique des sucres (Ann. du jardin bot. de Buitenzorg, Suppl. 3; 2. Leide 1910). Appliquée aux Algues rouges, la méthode n'a pas donné de résultats, ni à KYLIN [3] ni à MANGENOT [4].

(2) Tout récemment (1932), HAAS et HILL ont recherché les polyols, par voie chimique, dans le *Batrachospermum moniliforme*. Le résultat de cette recherche fut négatif.

de vie très spéciales de ces plantes méritaient que la question fût soulevée : ainsi se trouve posé dans un nouveau domaine le problème, souvent débattu en botanique, des relations entre le chimisme et les affinités systématiques.

⁂

Contrairement aux sucres dissous, les glucides figurés, ainsi que la membrane cellulaire étaient à la portée de l'histologie.

On sait que les membranes des Lémanéacées, des Batrachospermes (SIRODOT [9]), des *Thorea* (MÖBIUS [10], SCHMITZ [11]) sont formées, pour une part au moins, de cellulose, qui bleuit sous l'action du chlorure de zinc iodé. Chez les Bangiales au contraire, cette réaction ne peut être obtenue (1).

Quant aux enclaves cytoplasmiques, l'histoire des observations peut être résumée ainsi :

Examinant les Algues suivantes : *Lemanea*, *Batrachospermum*, *Thorea*, *Chantransia*, *Porphyridium cruentum*, NAGELI [2] avait en vain cherché l'amidon typique en grains.

VON SOLMS LAUBACH, en 1867 [13], observait que les spores de *Batrachospermum moniliforme* prennent dans l'eau iodée une teinte brun foncé, les autres cellules se colorant aussi, mais d'une nuance beaucoup plus pâle.

ERRERA, en 1882 [14] décrivit, dans les cellules de *Lemanea*, des amas granulaires devenant brun violacé au contact de l'iode. Il s'agit, écrit-il, d'un « hydrate de carbone qui semble se rapprocher à la fois du glycogène et de l'amidon. » Ce même corps doit exister, selon cet auteur, chez les Batrachospermes.

Les résultats dûs à ERRERA ont été récemment vérifiés et précisés par MANGENOT [15]. Au cours d'une minutieuse étude cytologique des Lémanéacées, l'auteur décrit des granules colorables en brun par l'iode, répandus dans le protoplasme et les vacuoles, sans relation avec les plastes. Ils sont colorés en rouge par la crésofuchsine, comme le glycogène.

Dans les cellules végétatives et les spores de *Thorea ramosissima*, MÖBIUS [16], en 1891, décrivit des grains d'amidon accumulés surtout autour du noyau. SCHMITZ [17] fit remarquer peu après les caractères bien spéciaux de cet amidon : il s'agit non pas de grains individua-

(1) Cf. en particulier P. DANGEARD, Traité d'Algologie, Paris 1933, p. 362.

lisés, mais d'une gelée en masses irrégulières, imprécises, prenant sous l'action de l'iode une teinte qui va du brun rouge au violet.

Les cytologues ont reconnu à tous ces caractères l'amidon particulier à beaucoup de Rhodophycées marines. Sa présence constitue même pour plusieurs naturalistes un caractère systématique important. Ainsi, en 1932, GEITLER [18], rattachant aux Bangiales certaines formes d'organisation très simple (*Porphyridium*), invoque comme critère la présence de cette matière amylacée spéciale, séparée des chromatophores.

***

Or, ce que l'on désigne sous le nom d' « amidon floridéen » offre, dans l'ensemble des Rhodophycées, des caractères variables, en ce qui concerne la morphologie aussi bien que la coloration en présence d'iode. Dans plusieurs espèces marines, il s'agit d'une substance en gros grains, présentant la croix noire entre nicols à l'extinction, certainement très voisine de l'amidon typique des plantes vertes. Ailleurs, ce sont des granules plus ou moins agglomérés en plages, comme chez les *Bangia*.

Dans ces derniers cas, on peut se demander si le nom d'amidon convient encore à des produits caractérisés seulement par leur coloration assez variable en présence d'iode. Les cellules végétales ne sont pas rares, qui brunissent sous l'action de ce réactif : il n'est plus permis aujourd'hui d'y voir chaque fois une sorte d'amidon ou du glycogène.

Des exemples multiples ont fait reconnaître que les lois de l'adsorption, bien plus que l'affinité chimique, expliquent les colorations obtenues avec l'iode. On les trouvera cités en particulier par CZURDA [19], dans une mise au point récente de ce sujet. Les membranes imprégnées de galacto-arabanes, dans certaines graines; les tubes criblés de nombreuses Ptéridophytes, les saponosides des Caryophyllées, certains alcaloïdes, et bien d'autres corps se colorent en bleu. Mais ce qui doit retenir surtout notre attention, c'est la teinte brune ou violette communiquée par l'iode à la gélose de nombreuses Rhodophycées (SAUVAGEAU [20]). La confusion avec le glycogène serait facile en bien des cas.

Les histologistes qui se sont occupés de l'amidon floridéen ont senti le besoin d'un contrôle chimique à leurs observations (MANGENOT [21]). Si l'on en juge d'après les derniers résultats, cette confron-

tation des disciplines histologique et chimique est vraiment nécessaire. Plusieurs cytologues avaient cru reconnaître la présence d'amidon dans *Rhodymenia palmata;* or, après analyse chimique, GUÉGUEN [22], en 1931, conclut à l'absence d'amidon chez cette algue, au moins en quantité dosable.

⁂

Pour caractériser l'amidon, la technique macrochimique est loin d'être aussi simple que l'emploi du réactif iodé. Aussi les analyses de Rhodophycées — espèces marines comprises — sont-elles encore fort peu nombreuses. Hors celle que nous venons de citer, on n'en trouve que deux.

L'analyse de ERRERA [23] est la première en date. A l'appui de ses observations histologiques, l'auteur joint une étude chimique de la substance colorable par l'iode contenue dans *Lemanea annulata.* Il conclut à sa proche parenté avec le glycogène.

En 1913, KYLIN [24], après avoir extrait mécaniquement les grains d'amidon de *Furcellaria*, les soumit à l'hydrolyse, et obtint une liqueur réductrice, à partir de laquelle il prépara la glucosazone.

Ce dernier résultat paraît probant. Mais il n'en va pas de même pour l'analyse ancienne de ERRERA. Nous démontrerons qu'en réalité, sa valeur n'est pas supérieure à celle de la réaction histochimique.

En présence de résultats si peu nombreux, la tâche s'impose aux chimistes d'apporter des analyses nouvelles et décisives. Nous avons essayé d'y prendre part.

⁂

Mon premier devoir est d'adresser à M. le professeur M. MOLLIARD, membre de l'Institut, mes sentiments de respectueuse gratitude pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider cette thèse.

M. l'abbé COLIN a été pour moi l'inspirateur et le guide que je ne saurais oublier. A M. l'abbé FRÉMY, je dois les récoltes abondantes de *Lemanea*, qui m'ont permis de travailler, ainsi que de précieux renseignements : je le prie d'accepter le témoignage de ma reconnaissance.

J'exprime aussi tous mes remerciements à M. le professeur ALLORGE, qui a bien voulu me guider dans la recherche des *Thorea.*

M. l'abbé Gaudefroy, professeur à l'Institut Catholique, s'est chargé, avec une grande complaisance, de plusieurs examens cristallographiques : qu'il daigne recevoir tous les remerciements de son élève.

A tous mes camarades de laboratoire, qui m'ont aidé de leurs conseils, j'adresse un sincère merci.

CHAPITRE PREMIER

LES CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES LÉMANÉACÉES

I. — DONNÉES MORPHOLOGIQUES

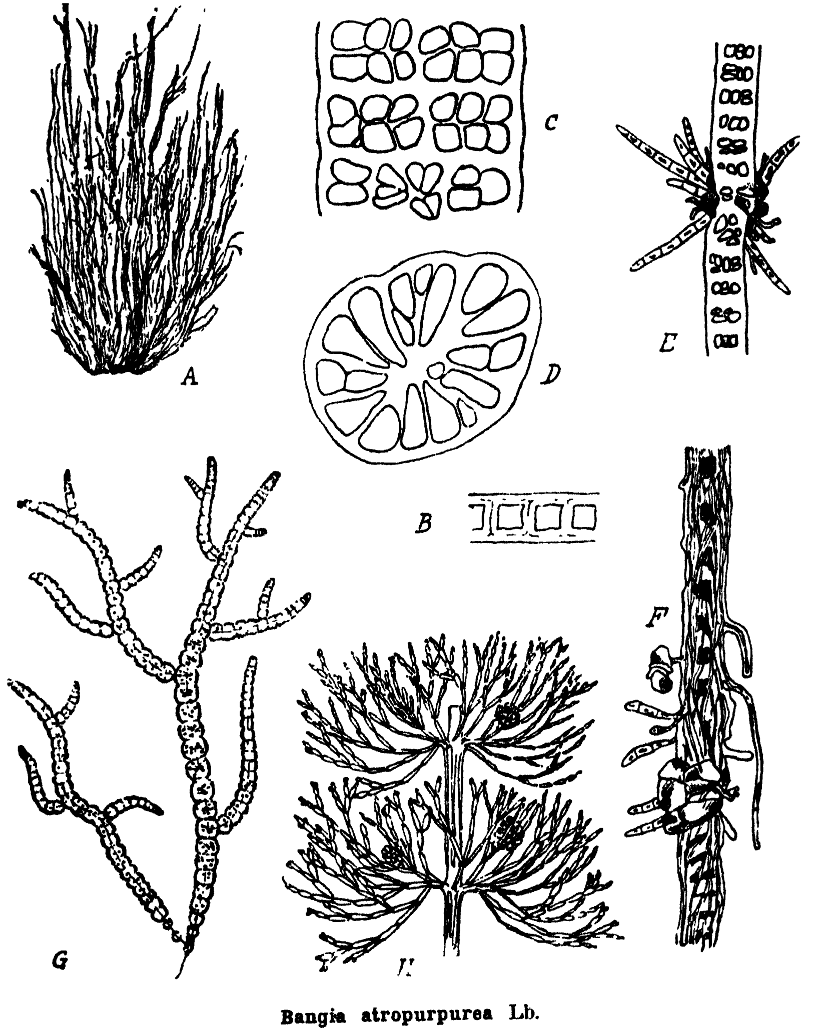
Les Lémanéacées ont fait l'objet de travaux descriptifs assez nombreux, celui de SIRODOT [25] que nous avons consulté principalement, ceux de KEITEL, d'ATKINSON, plus récemment de KYLIN [26]. Elles sont trop connues pour qu'il soit utile d'en reprendre la description, d'autant que l'on trouvera, résumé par G. HAMEL dans la Revue Algologique ([27] II, p. 52, 1925) l'état de nos connaissances sur la morphologie, l'anatomie, le développement de ces Floridées.

Ce sont des Algues de pays siliceux, à sol granitique ou cristallophyllien. Aux environs de Saint-Lô, le cours de la Vire et des ruisseaux affluents présente une série de petits rapides. Les galets de phyllades y sont souvent tapissés d'un épais manteau de *Lemanea nodosa*, Kütz, vert olive ou brun rougeâtre. Ce sont des touffes de filaments non ramifiés, longs de 8 à 15 centimètres, épais d'un millimètre environ, s'effilant aux extrémités; ils présentent un aspect moniliforme typique, celui d'une enfilade de bobines serrées bout à bout. De 1930 à 1933, sous la conduite de M. l'abbé FRÉMY, professeur à l'Institut Libre de Saint-Lô, nous avons pu récolter une dizaine de kilos de cette algue, dès avril, quand les eaux sont assez basses, et jusqu'au mois d'août.

La pureté des récoltes était remarquable. Un triage sous l'eau, dans une cuvette à fond blanc, permettait d'enlever quelques larves d'insectes, quelques *Œdogonium* et des mousses. Il est bon cependant de séparer ou de nettoyer avec soin le disque, ou coussinet qui fixe les touffes.

Un épiphyte fréquent mérite ici mention : c'est la Floridée *Audouinella violacea* (Kütz) HAMEL. Elle forme sur les *Lemanea* de

RHODOPHYCÉES D'EAU DOUCE. Pl. I.



Bangia atropurpurea Lb.

A. Algue entière (grandeur naturelle). — B. Filament jeune (Gr. 500 D.). C. Filament adulte au moment de la sporulation, et D coupe transversale (Gr. 500 D). — E. Filament dont une région s'est trouvée en contact avec la paroi calcaire: production de rhizoïdes et d'un bouquet de jeunes rameaux (marcottage). — F. Le même vers la base: nombreux rhizoïdes s'attachent aux fragments de pierre; quelques uns donnent de jeunes rameaux. (Gr. 400 D environ).

Batrachospermum moniliforme Roth.

G. Fragment de l'algue (Gr. 2). — H. Deux verticilles à l'état jeune, avec gonimoblastes (Gr. 40).

petites houppes de poils de 2 à 3 millimètres, clairsemées, ou plus souvent nombreuses et fondues en un revêtement pileux continu et dense. Souvent elle couvre en surface des touffes entières, et produit des taches rouge clair, plus ou moins violacé, sur le tapis olivâtre des *Lemanea*.

On a figuré (Pl. I, G) un rameau d'*Audouinella* montrant les spores arrondies, très abondantes au mois d'août, déjà nombreuses, sur certains échantillons, en avril. L'iode les colore en brun rougeâtre, mais la teinte est beaucoup plus pâle que celle des spores de *Lemanea*. Peut-être pourrons-nous tenter une analyse chimique de cet épiphyte, à la faveur de récoltes suffisamment abondantes.

A la fin de juillet, dans les stations ensoleillées de la Vire, les filaments de Lemanea s'altèrent, se fragmentent et sont emportés par le courant. A cette date, on peut encore se procurer des thalles en bon état dans les cascades ombragées des ruisseaux. Peut-être en raison de la moindre profondeur, les filaments y sont moins longs et plus fins que dans la Vire.

La même rivière nous a fourni des quantités importantes de *Sacheria fucina* Sirdt (1), de préférence en eau plus profonde. On en reconnaît à première vue les touffes très élégantes, d'un vert-bleu ou d'un vert franc. Les filaments, dépassant parfois 20 cm., assez ramifiés, surtout à la base, sont cylindriques; lorsque la saison s'avance, ils présentent des renflements annulaires bien nets, presque équidistants, parsemés d'éminences papilleuses noires.

Ces deux espèces sont organisées sur le même plan fondamental. Chaque filament est creux. La lumière du tube qu'il constitue contient au début un liquide aqueux; dès avril elle est envahie par des gonimoblastes, issus de carpogones intrapariétaux. Dans leur croissance vers l'axe, les bouquets de filaments sporifères se rejoignent, se déforment par leur pression mutuelle; la cavité est enfin complètement oblitérée. Les carpospores sont alors noyées dans une masse gommeuse, produit de la gélification de leurs membranes; elles se disperseront par désagrégation du thalle.

Dans la coupe transversale d'un filament de *Lemanea nodosa* récolté en juillet, on distingue ainsi : (Pl. I, C)

(1) *Lemanea fucina* Bory, et quelques autres, ont été réunies par Sirodot dans un genre nouveau : *Sacheria*; le reste des espèces du genre *Lemanea* Bory, conservant les anciennes dénominations. Ketel et Atkinson désignent ces dernières sous le nom de *Eulemanea*.

1°) la paroi, formée de plusieurs couches de cellules, les externes seules riches en pigment rouge; les internes plus grandes, revêtues d'un enduit mucilagineux épais, jaunâtre, fixant la safranine et le rouge de ruthénium.

2°) à l'intérieur, le bloc de gomme semi-solide où sont plongées les spores; le rasoir en entraîne plusieurs, et leur place reste marquée comme à l'emporte pièce. Sur les bords, cette gomme est séparée de l'enduit cortical, d'origine différente; elle fixe également le rouge de ruthénium, mais la safranine la colore (au moins par places) en orangé.

Après action de l'acide sulfurique concentré, pendant quelques secondes, l'eau iodée teinte en bleu intense les membranes cellulaires, même celles des spores; les gommes restent incolores.

Les spores humides, en masse, sont d'un vert cendré. Au microscope, leur contenu apparaît comme une masse confusément granuleuse, verdâtre. Dans l'eau iodée, il se colore en brun cuivré, ou en brun violacé; on voit alors plus nettement un ou plusieurs corpuscules arrondis restés incolores.

Les cellules corticales, en juillet, contiennent aussi plus ou moins de matière granuleuse brunissant par l'iode, ainsi que l'ont décrit les auteurs.

Les filaments que nous étudions représentent une phase seulement dans le cycle de développement des Lémanéacées. Ils sont précédés, en hiver, par un gazon minuscule, le « chantransia », de 1 à 5 millimètres, monosiphoné. Sur lui prennent naissance, à partir de janvier, les appareils fructifères. Ils se développent à la manière de parasites, et le chantransia disparaît plus ou moins tôt. Ce dernier, pas plus que le tissu vivace adhérent à la pierre (protonéma), n'a pu être étudié ici, en raison de sa petitesse et des difficultés de la récolte, pendant les hautes eaux de l'hiver.

II. — DONNÉES CHIMIQUES

Bien qu'orientés surtout vers la recherche des glucides, nous avons saisi l'occasion d'étudier, dans ses grands traits, la composition minérale des Lémanéacées et leur teneur en azote.

1) *Teneur en eau*

Le 18 avril, sitôt la récolte, un lot de *Sacheria fucina* fut égoutté avec soin, asséché quelques instants dans un linge; les algues, pesant 150 grammes, furent étendues dans une pièce aérée. Après trois jours, le poids était de 13 gr. A l'étuve à 100°, il se stabilisait à 11 gr. 2. La teneur en eau était donc primitivement de 92 à 93 %.

Replacées à la température ordinaire, les algues, après trois jours, ont repris par hygroscopicité un poids d'eau voisin de 16 % du sec.

A la même date, d'après une expérience identique, *Lemanea nodosa* contient seulement 88 % d'eau.

L'écart entre les deux espèces est dû, en partie au moins, au développement moins avancé de la première : les *Sacheria* étaient encore à peu près vides de spores, alors que les *Lemanea* présentaient déjà une certaine quantité de gonimoblastes. La consistance de ces dernières semblait d'ailleurs, à première vue, moins aqueuse.

L'expérience, répétée pour *Lemanea nodosa* le 4 août, indique 22 % de poids sec, soit 78 % d'eau seulement. La sporulation était à son terme.

2) *Etude sommaire des cendres*

a) Quantité de cendres. — On récolte (en avril) un lot de *Lemanea nodosa* très propres. Après avoir rejeté la base des touffes, capable de retenir de la terre, on dessèche les algues à l'étuve à 105°. Un broyage rapide, à chaud, permet alors de les réduire en fragments d'un millimètre. On replace à l'étuve, et l'on prélève un poids déterminé de substance sèche. (8 gr. 682).

Un essai permet de reconnaître l'abondance des chlorures, facilement volatils, ce qui oblige à incinérer avec précautions. Les fragments d'algues sont d'abord grillés doucement sur un tesson de porcelaine chauffé par un bec Bunsen. Lorsque la plus grande partie du charbon a brûlé, la substance est d'un rouge ocracé, ce qui manifeste sa richesse en oxyde de fer. On lave alors les cendres à l'eau bouillante, jusqu'à ce que la liqueur obtenue ne donne plus aucun louche par addition de nitrate d'argent.

La partie insoluble est ensuite desséchée, et l'incinération achevée au rouge franc du four à moufle. On lave une seconde fois à l'eau chaude, qui dissout d'ailleurs très peu de matière.

Les eaux de lavage sont évaporées, et le résidu sec calciné doucement, en creuset couvert, jusqu'à poids constant. Les cendres insolubles sont desséchées de leur côté.

Les résultats sont les suivants :

Cendres solubles	0,633	soit 61,7 % des cendres
Cendres insolubles	0,393	
TOTAL	1,026	soit 11,8 % du poids d'algues sèches ; 1,4 % du frais.

Il apparaît que les *Lemanea* sont moins riches en sels que les algues marines étudiées jusqu'ici. Ainsi dans les Phéophycées, P. Ricard [28] a observé des teneurs de 20 à 40 % du poids sec, 4 à 5 % du frais ; le minimum était 8,5 % du sec chez les *Laminaria saccharina*, en été.

b) Alcalinité des cendres. — Pour 1 gr. 026 de cendres, l'alcalinité soluble dans l'eau correspond à 13 cm³, 1 de SO^4H^2 décinormal (virage à l'héliantine) ; les bases solubles dans l'acide étendu et froid correspondent à 41 cm³ 8.

c) Composition des cendres solubles. — Dans les cendres solubles, soit 0 gr. 633, on a dosé les chlorures et le potassium.

Les chlorures, par le nitrate d'argent. On trouve 0 gr. 3179, exprimé en KCl, soit la moitié des cendres solubles, 31 % des cendres totales, 3,6 % du poids d'algues sèches. La proportion de Cl dans les cendres totales est donc sensiblement de 14,7 %. (Comparez *Laminaria digitata* 17,2 %, *Fucus vesiculosus* 15,2 %, cité d'après M. Molliard [29], I).

Le potassium, à l'état de perchlorate (voir la technique dans Grandsire [30]). On trouve : K^2O : 35 % des cendres totales, 4,1 % du poids d'algues sèches (comparez *Laminaria flexicaulis*, stipe 33,7 % de K^2O dans les cendres, — lame 19,9 % ; *Ascophyllum nodosum* : 12,8 %, cité d'après Sauvageau [31]).

Dans les cendres solubles de *Lemanea,* nous n'avons trouvé que des traces de nitrates et pas de phosphates; elles contiennent des chlorures, sulfates et carbonates de potassium et de magnésium.

3) *Teneur en azote total*

Par la méthode de Kjeldahl on a obtenu les résultats suivants relatifs à *Lemanea nodosa :*

18 avril	poids d'algues séchées à 105°	0 gr. 401	azote %	5,2
4 août	—	0 gr. 398	—	5,4

Ces chiffres sont bien supérieurs à ceux qu'on donne pour certaines algues marines (Laminaires, Fucus : 1% environ).

CHAPITRE II

L'EXTRAIT ALCOOLIQUE DES LÉMANÉACÉES

I. — PRÉPARATION DE L'EXTRAIT ; SES PROPRIETES PRINCIPALES

La fixation, première étape de l'analyse, a été pratiquée aussitôt que possible après la récolte et le nettoyage des algues. On les égoutte, on les pèse et on les jette dans de l'alcool à 90° bouillant, en quantité suffisante pour les baigner entièrement. L'ébullition maintenue 10 à 15 minutes anéantit les ferments et *fixe* les plantes dans l'état chimique où elles se trouvent lors de la récolte. Nos prédécesseurs dans l'étude chimique des algues (1) ont longuement insisté sur la nécessité de cette fixation, sans laquelle on s'expose à n'étudier ultérieurement que les diverses phases d'une autolyse.

Les algues étaient fixées de 4 à 7 heures après la récolte, plus rarement après un ou deux jours de voyage, et, dans ce cas, la composition de l'extrait alcoolique parut inchangée.

L'alcool diffuse aisément dans les minces cordons de *Lemanea :* il est donc inutile de les hacher ; laissant les algues entières, on évitera la dispersion des spores, ainsi que la dissolution d'une substance cireuse, obstacle aux défécations.

En même temps qu'il assure la fixité chimique du matériel, ce traitement par l'alcool opère un premier tri des principes immédiats contenus dans les algues. Un petit nombre d'entre eux passent en solution, en particulier les sucres à petite molécule, dont la recherche doit nous occuper en premier lieu.

⁂

Un lot de *Lemanea nodosa* pesant 1.300 grammes fut fixé aussitôt la récolte, le 3 août 1932. On obtint par décantation 3 litres 400 d'ex-

---

(1) Voir notamment E. GUÉGUEN [32] p. 17, 22 et suivantes.

trait alcoolique d'un vert intense (1). La distillation sous pression réduite permet d'évaporer l'alcool à la température ordinaire, donc sans risque d'altération pour les principes dissous. Vers la fin de cette opération, les pigments s'insolubilisent (2).

La liqueur aqueuse, résidu de la distillation, fut amenée au volume de 325 cm³. Elle est d'aspect laiteux, d'une teinte vert jaunâtre, très peu visqueuse; son odeur forte rappelle celle de l'huile de foie de morue : c'est l'odeur des extraits analogues d'algues marines. La réaction est neutre ou très légèrement acide. La saveur est très amère, en raison de l'abondance du chlorure de potassium : les *Lemanea* en contiennent beaucoup, nous l'avons vu, et l'alcool de fixation le dissout facilement.

La simple filtration ne permet pas d'éclaircir suffisamment l'extrait pour qu'il soit observable au polarimètre. On y parvient en déféquant, par exemple au moyen de l'acétate basique de plomb. Ce réactif produit un floculat très abondant, que l'on filtre; le plomb en excès est éliminé, et l'on obtient une liqueur limpide, jaunâtre.

1°) *Cette liqueur est dextrogyre.* — Rapportons, selon l'usage, la déviation polarimétrique à une liqueur L_1 dont le volume en cm³ est exprimé par le même nombre que le poids en gr. des algues traitées. Cette déviation est :

$$\alpha_1 = +3^\circ$$

en lumière jaune du sodium, sous une épaisseur de 2 décimètres (3).

2°) *Cette liqueur n'est pas réductrice.* En recherchant les sucres réducteurs contenus dans 12 cm³ de la liqueur L_1, on n'en trouve que des traces, non dosables par la méthode de G. Bertrand [33]. (Méthode par réduction de la liqueur cuprotartrique).

Si l'on ajoute avant la défécation, une quantité minime de glucose, le pouvoir réducteur devient très appréciable. On a pu ainsi se convaincre que les *Lemanea* renferment moins de 0,04 de sucre réducteur libre pour 100 d'algues fraîches.

(1) La chlorophylle est altérée par l'ébullition. On peut en observer le spectre caractéristique dans les extraits alcooliques préparés à froid, comme l'ont signalé les auteurs.

(2) Triturés avec du chlorure d'antimoine, les pigments précipités prennent une teinte bleue (réaction des carotinoïdes).

(3) Dans la suite, les dérivations polarimétriques seront observées au tube à 2 décimètres, sauf indication contraire.

Il importe de noter que l'alcool de fixation ne dissout pas la totalité des substances dextrogyres contenues dans les algues. Quatre extractions par l'alcool à 70° bouillant ont été nécessaires pour les épuiser. On a traité ces extraits successifs comme le premier. Les déviations observées étaient :

$$\alpha_2 = +47'$$
$$\alpha_3 = +7'$$
$$\alpha_4 = 0$$

La liqueur L_4 est optiquement inactive, même réduite au vingtième de son volume, soit 65 cm^3.

⁂

En répétant ces opérations à partir de 900 gr. de *Sacheria fucina*, récoltés le 19 juillet, on a obtenu des résultats analogues. Cependant l'extrait, non réducteur, est beaucoup moins dextrogyre.

$$\alpha_1 = +54'$$

A quel corps attribuer ces déviations positives ? Pour résoudre la question, il faut déféquer convenablement les liqueurs. Cette opération étant ici particulièrement difficile, nous devons nous y arrêter quelque temps.

II. — PARTICULARITÉS DE LA DÉFÉCATION

Le précipité produit par l'acétate basique de plomb est une bouillie verte qui reste longtemps en suspension. Supposons que l'on cesse l'affusion du déféquant lorsque les granules du floculat se précisent et que, après un moment de repos, une mince couche claire apparaît en surface. La filtration est alors facile. Le filtrat, jaunâtre, présente avec intensité les réactions du plomb; cependant, l'addition d'une goutte d'extrait de Saturne provoque encore un abondant précipité blanc verdâtre. Ce dernier est formé, pour une grande part, de chlorure de plomb, issu de la double décomposition entre le déféquant et les chlorures, abondants dans le milieu. Pour arriver au terme de la précipitation, il faut utiliser une grande quantité de sel de plomb; la liqueur se convertit alors en une bouillie très épaisse. L'opération n'est pas à conseiller : même en lavant avec soin le précipité, on perd

15 % environ du corps dextrogyre, par rapport au résultat d'une défécation partielle.

L'analyse des liqueurs traitées au plomb, donc incomplètement déféquées, est presque impossible. L'hydrolyse par les acides forts provoque un rougissement rapide, ce qui interdit l'usage du polarimètre; la quantité d'acide nécessaire à cette opération est considérable, et cela s'explique. Une grande partie des chlorures ont été remplacés par des acétates, que l'acide fort s'emploie à décomposer; l'acide acétique libéré n'est nullement équivalent, quant au pouvoir hydrolysant.

⁂

L'emploi de l'acide phosphotungstique en solution sulfurique (1) donne de meilleurs résultats. Chaque goutte de ce réactif provoque la formation immédiate d'un précipité blanc mêlé de petits flocons vert-jaunâtres. Bientôt le précipité se rassemble au fond d'une liqueur parfaitement limpide, presque incolore. A ce moment, une nouvelle goutte donne encore un précipité blanc très fin. On filtre; le floculat est essoré et lavé. On peut employer au lavage une solution où l'acide phosphotungstique est au même titre que dans le jus déféqué.

L'addition d'eau de baryte froide, jusqu'à réaction alcaline, élimine l'excès du déféquant (2). Le précipité jaunâtre est filtré; on amène à neutralité par SO^4H^2 dilué. Pour éviter les tâtonnements, il est préférable d'ajouter l'acide en faible excès, puis d'agiter au contact d'une pincée de CO^3Ba pur. Après quelques instants on filtre ; la liqueur neutre, presque incolore, est prête pour l'étude.

Malgré une filtration de plus, cette méthode décèle autant de produit dextrogyre qu'une défécation ménagée au plomb. Elle est préférable, car la liqueur obtenue est presque incolore, et l'hydrolyse acide

---

(1) Acide phosphotungstique ordinaire, pur, (P^2O^5, 12 TuO^3, 12 H^2O). 10 gr.
Acide sulfurique pur 5 gr. (soit 2 cm³ 9 d'acide de densité 1,833)
Eau Q. S. pour 100 cm³.
Pour simplifier, nous appellerons cette solution « l'acide phosphotungstique ».

(2) L'élimination n'est pas complète au moyen de CO^3Ba; quelquefois même il est nécessaire d'employer un grand excès de baryte et le précipité de tungstate ne se forme qu'à la longue.

Il est commode de déceler [illegible] traces de tungstène par la réaction suivante. On ajoute à 0.5cm³ environ de la liqueur un fragment de zinc et une goutte d'acide fort. En quelques minutes, l'action de l'hydrogène naissant donne lieu à une coloration bleue.

peut en être suivie jusqu'au bout. Le traitement (réaction très acide, puis alcaline) pouvait être dangereux pour un sucre réducteur ou facilement hydrolysable : rien de cela n'est à craindre avec un extrait de *Lemanea*.

Une grande quantité de réactif est nécessaire : plus de 0 gr. 4 de l'acide cristallisé pour 100 de plantes fraîches. C'est que le chlorure de potassium en soustrait une bonne part, à l'état de précipité pulvérulent, blanc. Une solution de KCl pur précipite ainsi abondamment par l'acide phosphotungstique. Le précipité est un sel de potassium; une certaine quantité de HCl se trouve libérée. Filtrons et neutralisons exactement *par la baryte*. La solution neutre filtrée précipite par l'acide sulfurique, elle renferme du chlorure de baryum. C'est une des raisons pour lesquelles l'extrait d'algues, après défécation et traitements subséquents, renferme du baryum, qui a remplacé une partie du potassium dans les chlorures.

L'acide phosphotungstique précipite aussi bien les autres sels solubles de potassium, mais non pas les sels de sodium et de magnésium. Or ce dernier métal existe dans l'extrait de *Lemanea*. L'addition de baryte provoque la précipitation de Mg $(OH)^2$, et le baryum remplace le magnésium dans ses sels. C'est là une seconde cause d'enrichissement de la liqueur en baryum soluble.

Il en est une autre qui intervient lorsqu'on neutralise l'acide sulfurique par le carbonate de baryum, à la température ordinaire, en présence de beaucoup de KCl. Une certaine quantité de baryum passe dans la liqueur, à l'état non seulement de bicarbonate, mais aussi de chlorure.

L'introduction du baryum est le seul changement notable dans la composition minérale des liqueurs, au cours de cette défécation. L'inconvénient de ce métal réside dans son pouvoir d'inhibition vis-à-vis des diastases : il faudra l'éliminer avant tout essai d'hydrolyse biochimique.

⁂

Une troisième méthode permet de clarifier l'extrait de *Lemanea* : la floculation au moyen d'un hydrate alcalino-terreux : baryte, strontiane ou chaux, à douce température. La baryte, plus soluble, est la plus commode.

Reprenons l'extrait de *Lemanea nodosa*, décrit au § 1. On en prélève 15 cm^3, qu'on porte au bain-marie vers 40°. Ajoutons de l'eau

de baryte tiède. Il se forme des flocons, la liqueur jaunit, on perçoit une odeur ammoniacale. Pour une dilution et une quantité de baryte déterminées, les flocons se séparent, en masses bien définies, d'un liquide ambré. Ce dernier, filtré, ne flocule plus par affusion nouvelle de baryte. Le volume de la liqueur est alors de 27 cm³; le poids de baryte nécessaire a été de 1 gramme (pesée à l'état de cristaux hydratés).

Le floculat est lavé avec une solution convenable de baryte qui est réunie à la liqueur précédente. L'ensemble de ces liqueurs est neutralisé par SO^4H^2. On filtre et on amène à 50 cm³. La déviation polarimétrique est + 3° 42′.

Cette déviation dépasse celles qu'on obtient, dans des conditions comparables, après l'action des autres déféquants. Traitons en effet des volumes égaux, soit 15 cm³ d'extrait, par le sous-acétate de plomb et l'acide phosphotungstique, en diluant de telle sorte que le volume de la liqueur prête à filtrer soit, dans chaque cas, de 27 cm³. Chaque fois le floculat est lavé; on chasse l'excès de réactif et on amène à 50 cm³. Les déviations obtenues sont les suivantes :

Acétate basique de plomb	défécation à fond	+ 3°6′
	défécation modérée	3°36′
Acide phosphotungstique, défécation à fond....		3°32′
Baryte		3°42′

Ces différences, retrouvées plusieurs fois, dans des expériences analogues, semblent tenir surtout à la texture différente des précipités, qui entraîne une adsorption plus ou moins importante.

La floculation par les alcalino-terreux n'a pas d'autre avantage que la perte minima du produit dextrogyre; elle a le grave inconvénient de fournir des liqueurs d'un jaune ambré, qui fonce avec le temps.

Il n'est pas sans intérêt de préciser les conditions d'une bonne floculation. La concentration du milieu en alcalino-terreux intervient, mais celle des matières à floculer n'est pas moins importante. Il faut que l'extrait d'algues soit suffisamment étendu d'eau, sans quoi la baryte, même en grand excès, ne provoque qu'une floculation très mauvaise, un précipité infiltrable. En ce cas, il suffit souvent d'ajouter peu à peu de l'eau pure pour obtenir bientôt une floculation convenable.

Quel que soit d'ailleurs le déféquant, la concentration du milieu en eau est un élément très important de réussite.

Pour raison de solubilité, il faut opérer en milieu plus étendu avec la chaux qu'avec la baryte. Dans les liqueurs floculées à fond par la chaux, la strontiane ne produit rien de plus, la baryte un trouble.

En quoi consiste ici, au point de vue chimique, la floculation ? Il y a certes destruction de matières azotées, l'odeur en témoigne; précipitation de la magnésie, assez abondante; mais le milieu ne contient pas de glucide dont le composé barytique soit insoluble dans l'eau ou l'alcool.

On éliminera le plus commodément la baryte en excès par un courant de CO^2. Après destruction des bicarbonates, il reste une quantité importante de baryum précipitable par l'acide sulfurique. Nous avons parlé de son origine.

On peut déféquer de même manière les jus de *Sacheria fucina*, mais nous avons eu, en général, plus de difficultés.

III. — HYDROLYSE DES LIQUEURS

Les extraits déféqués renferment un corps dextrogyre — au moins un. Pour l'identifier, on l'a soumis aux agents d'hydrolyse suivants : l'invertine, les acides forts, l'autolysat de levure de brasserie.

A) *Essai d'hydrolyse par l'invertine.*

Ce ferment est inactif sur les extraits de *Lemanea* et de *Sacheria* (exempts de baryum) : ils ne contiennent donc pas de saccharose.

On mélange par exemple :

Extrait de *Lemanea nodosa*	$\alpha = + 4°10'$	5 cm³.
Invertine (de levure putréfiée)		1 cm³.

Aucun pouvoir réducteur n'est apparu après 20 heures de séjour à 37°. Rien cependant ne paralyse la diastase : si l'on ajoute un centigramme de saccharose, l'interversion est terminée après quelques instants.

B) *Hydrolyse par les acides forts*

Les extraits sont additionnés d'acide chlorhydrique ou sulfurique. On a souvent utilisé HCl, à raison de 5 gr. pour 100 cm³ du mélange.

On vérifie que ce dernier n'est pas réducteur, et on note la déviation polarimétrique. Puis on le répartit dans des fioles jaugées, que l'on choisit d'orifice étroit, pour éviter l'évaporation. Celles-ci sont plongées ensemble dans un bain-marie bouillant ; on les retire successivement, par exemple après 15, 30, 45... minutes.

Après refroidissement et retour, par addition d'eau pure, au volume initial, on lit la déviation, et on détermine, par la méthode de G. Bertrand, le poids du réducteur apparu. Tant que ce dernier augmente, on continue l'hydrolyse.

A la fin, on compare la déviation α et le poids de réducteur p pour cent. Ce rapprochement est exprimé par un nombre, qui est le *pouvoir rotatoire spécifique* de la substance contenue à ce moment dans l'hydrolysat. On le désigne par $[\alpha]$, et on le définit par l'égalité :

$$[\alpha] = \frac{100\ \alpha}{p\ l}$$

l est la longueur, en décimètres, du tube polarimétrique.

On conçoit que la valeur de $[\alpha]$, qui est une constante des corps, puisse renseigner sur la nature des produits d'hydrolyse.

Voici les résultats de deux expériences relatives à *Lemanea nodosa* :

	Temps d'hydrolyse	Déviations	Réducteur % exprimé en galactose	$[\alpha]$
I. Récolte août 1932.				
	0	+ 5°53′	0	»
	30 m.	2°24′	1,25	»
	1 h.	2°18′	1,30	»
	1 h. 30 m.	2° 8′	1,32	80
	2 h. 30 m.	2° 4′	1,27	»
II. Récolte avril 1933.				
	0	+ 6°22′	0	»
	1 h.	2°40′	1,41	»
	1 h. 30 m.	2°40′	1,41	94
	3 h.	2°32′	1,39	»

Donc le milieu devient réducteur, cependant que la déviation, tout en restant positive, diminue beaucoup, de près des 2/3 de sa valeur initiale. L'hydrolyse complète demande plus d'une heure.

Ces premiers résultats sont très suggestifs, si on les rapproche

de ceux qu'obtint E. Guéguen [34] en analysant les Rhodophycées marines. L'extrait de *Rhodymenia palmata* renferme un corps très dextrogyre, respecté par la sucrase, hydrolysé par les acides forts (HCl 5 %) en 1 h. 15 environ. On sait que H. Colin et E. Guéguen ont réussi à préparer ce corps à l'état cristallisé, et l'ont nommé « floridoside ». Il est sucré, soluble dans l'eau et l'alcool, non réducteur; son pouvoir rotatoire est + 160 (pour le produit anhydre); il est formé d'une molécule de galactose α unie à une molécule de glycérol.

Nous avons pu disposer d'une certaine quantité de ce glucide à l'état pur, et nous en avons répété l'hydrolyse. Voici le résultat obtenu :

Temps d'hydrolyse	Déviations	Réducteur % exprimé en galactose	[α]
0	+ 6°43′	0	»
1 h. 15 m.	2°31′	»	»
1 h. 45 m.	2°27′	1,54	79,6
2 h.	2°27′	»	»

La ressemblance est manifeste entre cette hydrolyse et les précédentes.

Cependant, dans le cas des *Lemanea*, le pouvoir rotatoire spécifique, en fin d'expérience, s'écarte souvent de la valeur 80 correspondant au galactose; il oscille entre 70 et 90. Le rapport entre les déviations initiale et finale, égal à 2,8 dans le cas du floridoside, s'est aussi montré variable, entre 2,5 et 3.

Ces différences ne sont elles pas attribuables à l'insuffisante purification des liqueurs ? Celles-ci, bien que déféquées à fond par l'acide phosphotungstique, avaient pris une teinte rougeâtre, après une demi-heure seulement d'hydrolyse. Il fut nécessaire de les filtrer sur noir, ou de les diluer, ce qui diminue la précision des lectures au polarimètre.

⁂

On s'est donc efforcé de mieux purifier les liqueurs, avant l'hydrolyse. La solubilité du principe dextrogyre dans l'alcool fort, à chaud, autorise le procédé suivant.

La liqueur déféquée est évaporée à sec, sous pression réduite. On obtient une masse jaune-rouge, se ramollissant à chaud, hygrosco-

pique, pétrie de cristaux de KCl, et, pour cette raison, d'une amertume extrême. En agitant un certain temps dans l'alcool à 85, à l'ébullition, on dissout une partie du corps dextrogyre ; on décante à chaud, laissant dans la masse pâteuse une grande quantité de pigments, de sels et de matières azotées.

La solution alcoolique est évaporée, et l'on reprend par l'eau. La liqueur obtenue, soumise à l'hydrolyse, jaunit beaucoup moins que l'extrait non purifié, et se prête à des observations plus précises. En voici un exemple (*Lemanea nodosa*, juillet 1930).

Temps d'hydrolyse	Déviations	Réducteur % exprimé en galactose	[α]
0	+ 5°19′	0	»
30 m.	2°34′	1,08	»
1 h. 20 m.	1°55′	1,28	70
1 h. 40 m.	1°51′	1,29	71

Malheureusement, la précision est obtenue au prix d'une perte énorme de produit : les trois quarts sont retenus dans la mélasse.

Disposant de quelques kilos d'algues, nous avons pu répéter plusieurs fois la même purification, en remontant progressivement le titre de l'alcool jusqu'à 95°. L'hydrolyse du produit le mieux purifié suit la marche que voici :

Temps d'hydrolyse	Déviations	Réducteur % exprimé en galactose	[α]
0	+ 3°18′	0	»
1 h.	1°18′	»	»
1 h. 20 m.	1° 8′	0,73	»
1 h. 40 m.	1° 8′	0,73	77

***

On a purifié de même un extrait de *Sacheria fucina* (récolte de mai 1931), dont l'hydrolyse, après simple défécation, donnait des résultats trop imprécis. Il faut employer ici, d'emblée, l'alcool très fort (90-95°), car l'alcool à 85° dissout en totalité la substance desséchée.

L'hydrolyse après purification, donne le résultat suivant :

Temps d'hydrolyse	Déviations	Réducteur % exprimé en galactose	[α]
0	+ 7°25′	0	»
1 h.	2°43′	1,60	»
1 h. 15 m.	2°33′	1,75	73
2 h.	illisible	1,77	»

Après cette étude des extraits purifiés, il est possible de comparer, de façon précise, le floridoside et le produit dextrogyre des Lémanéacées. Le lecteur a déjà remarqué que, pour ce dernier, le pouvoir rotatoire, après hydrolyse, est systématiquement inférieur à celui du galactose (soit + 84,36 — 0,21 *t*, c'est-à-dire + 81 à 15°). La valeur qui s'en écarte le moins ([α] = + 77) a été trouvée dans le cas d'un extrait purifié à fond, par reprise à l'alcool jusqu'au titre de 95°. Les valeurs dépassant 80 n'ont pas été retrouvées.

Dans les extraits d'algues hydrolysés, il n'est guère possible de déceler de petites quantités de glycérine, mais on peut obtenir la *galactosazone,* bien que la richesse du milieu en sels soit très gênante. En vue de cette préparation, il faut effectuer l'hydrolyse de l'extrait au moyen de l'acide sulfurique, facile à éliminer sous forme insoluble (SO^4Ba). Nous avons obtenu plusieurs fois, mais avec beaucoup de peine, les cristaux aplatis et groupés en rosette, caractérisant la *galactosazone;* cependant — résultat inattendu — ils étaient mélangés de cristaux très semblables à la glucosazone.

En somme, nous avons précisé les différences entre les extraits de *Lemanea* et ceux de *Rhodymenia;* mais la présence de floridoside, dans les premiers, est une hypothèse très admissible.

C) *Hydrolyse par l'autolysat de levure de brasserie*

Abandonnons à l'autolyse, sous toluol, de la levure basse de brasserie délayée dans l'eau. Au bout de quelques mois, on dispose d'une liqueur claire qui jouit, entre autres, de la propriété suivante : ajoutée en petite quantité à du floridoside, elle l'hydrolyse complètement, en deux ou trois jours, à 37° (Guéguen [35]. Cette « α — galactosidase » peut se conserver plusieurs années. Nous nous sommes servi d'un autolysat d'un an, non réducteur et à peu près inactif sur la lumière polarisée, même après hydrolyse par les acides.

Un extrait de *Lemanea nodosa* (récolté en août), déféqué au plomb, est additionné d'autolysat à raison de 20 cm³ pour 100 cm³ d'extrait. Le pH est très voisin de 7. On place dans l'étuve à 37°. Chaque jour on examine au polarimètre, après filtration, car la liqueur se trouble. Il se produit une hydrolyse :

d'hydrolyse Temps	Déviations	Réducteur % exprimé en galactose	[α]
0	+ 3°28′	0	
1	2° 8′	»	
3	1°48′	»	
4	1°48′	»	
10	1°48′	0,70	128

Après quoi l'attaque fermentaire ne progresse plus. Mais l'hydrolyse peut être continuée par l'action des acides. Le dixième jour, prélevons dans plusieurs tubes 2 cm³ de la liqueur, et traitons par l'acide sulfurique à 2 %. La quantité de réducteur augmente, et l'on atteint le terme de l'hydrolyse déterminé dans le précédent paragraphe.

15 m.	0,92
30 m.	0,95
45 m.	0,92

Pour quelle raison l'hydrolyse diastasique reste-t-elle incomplète ? Ne faut-il pas incriminer les sels, qui, présents en forte proportion dans le milieu, précipitent partiellement l'autolysat ? Il ne le paraît pas, car, au dixième jour, le ferment a gardé une activité appréciable.

En effet, ajoutons à la liqueur quelques cristaux de floridoside. Sitôt la dissolution, la déviation est :

+ 2°48′

et le lendemain on lit + 2°28′

Le floridoside ajouté a été totalement hydrolysé (1).

Il semble donc exister, dans l'extrait de *Lemanea*, deux substances dextrogyres hydrolysables par les acides, mais dont l'une seulement est tributaire de l'autolysat.

Dans l'expérience précédente, le pouvoir rotatoire spécifique, au terme de l'action diastasique, est voisin de 130. En étudiant la liqueur de seconde extraction alcoolique L_2 des mêmes algues (cf. p. 11), on a trouvé la valeur 111, et 108 pour l'extrait L_1 des *Lemanea* récoltés en avril. Les extraits de *Sacheria*, plus colorés et moins riches en sucre, n'ont pu être étudiés avec la même précision ; il est certain cependant que l'autolysat les hydrolyse, mais partiellement.

(1) Il ne faut pas étudier l'hydrolyse diastasique d'extraits trop concentrés (a > 6° par exemple, pour *Lemanea*). L'action inhibitrice des sels est alors très marquée. L'hydrolyse reprend d'ailleurs quand on dilue le milieu, en maintenant fixe le % d'autolysat. — On a constaté que l'autolysat est peu sensible au KCl pour les concentrations inférieures à 2 p. 100.

D. — *Conclusion.*

En résumé, le constituant dextrogyre des Lémanéacées fait penser au floridoside par son pouvoir rotatoire élevé et l'allure de son hydrolyse sous l'action des acides. Cependant il s'en distingue en ce que :

1°) Le pouvoir rotatoire, après hydrolyse complète, est sensiblement inférieur à celui du galactose ;

2°) L'hydrolyse par l'autolysat de levure basse reste incomplète.

Il ne semble possible d'identifier ce principe qu'après l'avoir obtenu à l'état de pureté. Cette préparation fait l'objet du prochain chapitre.

CHAPITRE TROISIEME

LA PRÉPARATION DES PRINCIPES SUCRÉS A L'ETAT PUR, ET LEUR IDENTIFICATION

I. — TECHNIQUE

Les filaments fructifères des Lémanéacées atteignent leur pleine maturité au mois de juillet, ou même en août ; c'est alors qu'elles sont le plus riches en glucides et qu'il convient de les recueillir. Nous n'avons pas encore pu suivre régulièrement les variations saisonnières de la teneur en principe dextrogyre, mais ces variations sont manifestes dans les quelques données ci-dessous. Les déviations polarimétriques indiquées correspondent à l'épuisement complet des thalles par l'alcool.

Lemanea nodosa		*Sacheria fucina*	
17 avril 1933	1°49′	17 avril 1933	+ 13′
19 juillet 1930	2°36′	19 juillet 1930	1°10′
3 août 1932	3°54′		

Etudiant les *Rhodymenia*, GUÉGUEN [36, p. 40] obtenait des déviations bien supérieures (en 1927 maximum 17°10′ ; en 1928 minimum, en janvier, 0°52′, maximum, en août, 27°20). S'il faut parler du floridoside à propos des *Lemanea*, on ne peut guère compter sur des teneurs dépassant 1 % du poids frais.

La faible proportion du sucre devant les impuretés diverses, les sels surtout, en rend l'extraction très laborieuse ; les pertes sont considérables ; aussi fallut-il traiter environ 12 kilos d'algues pour obtenir quelques grammes de produit pur.

La fixation et les épuisements à l'alcool sont une technique longue dont on peut se passer dans le cas présent. Il est possible d'épuiser les algues, sitôt la récolte, par l'eau bouillante : on les y plonge *entières,* et on maintient une dizaine de minutes la température au voisinage de 100°, tout en agitant. Dans ces conditions, les filaments étant entiers, il ne diffuse que très peu de gomme et pas du tout de glycogène, mais le produit dextrogyre se dissout, plus facilement que dans l'alcool. Il faut se garder de fractionner les thalles, ce qui entraînerait la dissolution d'une grande quantité de matière gommeuse, éventuellement accompagnée de glycogène, et la dispersion des spores.

La chlorophylle reste, bien entendu, dans les algues, mais le pigment rouge diffuse, devenant brunâtre par la chaleur.

On a fait l'essai de ce procédé sur 1290 gr. de *Lemanea nodosa,* récoltés en avril 1933, qui furent traités par 2 litres 5 d'eau distillée. On décante 2 litres 29 de liqueur rougeâtre, non visqueuse, qu'il est possible d'examiner au polarimètre après filtration sur amiante. On lit + 46'; soit, en ramenant au volume 1290 cm³.

$$\alpha_1 = 1°21'$$

Avec la liqueur de Fehling, cet extrait ne donne lieu à aucune réduction, mais à un précipité floconneux. L'acide sulfurique produit un léger floculat, de nature azotée semble-t-il; les alcalis, surtout à chaud, provoquent un floculat plus abondant, soluble dans l'acide acétique, en partie minéral (magnésie...) ; — par l'acétate basique de plomb, on obtient un précipité volumineux, dont la séparation modifie très peu l'activité optique de la liqueur.

Un second et un troisième traitement nous donnent :

$$\alpha_2 = +34'$$
$$\alpha_3 = +\ 9'$$

Un quatrième fournit, après concentration 320 cm³ de liqueur légèrement positive.

La déviation totale $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$ atteint donc 2°4', valeur notablement supérieure à celle qu'on obtient par épuisement alcoolique. Il faut remarquer qu'on évite ici les pertes par défécation, et que les lectures polarimétriques sont imprécises.

On a également épuisé par l'eau 550 gr. de *Sacheria fucina.* On a trouvé $\alpha_1 + \alpha_2 = 22'$, au lieu de 13', par épuisement à l'alcool.

*
**

Si l'on ne peut traiter les Algues sitôt la récolte, il n'y a pas inconvénient à les faire sécher à l'air, pour les épuiser à loisir plus tard, par l'eau ou l'alcool : le produit destrogyre ne suit pas d'hydrolyse sensible au cours de la dessication. 250 gr. de *Lemanea* ont été ainsi séchés séparément, au moment de la récolte d'avril; au mois de septembre ils furent épuisés par l'alcool. Après défécation par la baryte, la déviation observée fut

$$\alpha_1 = + 1°57'$$

6 cm^3 de la liqueur ne contenaient pas trace de réducteur.

On a donc pu utiliser les algues ainsi séchées, en vue de la préparation des sucres; elles ont été épuisées de préférence par l'eau, comme les algues fraîches.

*
**

Le problème de la purification des extraits nous propose à éliminer des matières organiques et des sels. Les deux tâches sont en étroite dépendance : les procédés de défécation ne doivent pas introduire de sels nouveaux; la présence des sels limite la défécation. Il faut donc avoir recours, d'abord et autant que possible, aux agents physiques capables d'éliminer ensemble les deux sortes d'impuretés, ainsi l'alcool. Pratiquement, on ne peut utiliser en premier lieu l'alcool que pour les extraits aqueux exempts de chlorophylle. On a donc adopté la technique suivante :

1) *Traitement des extraits aqueux*

Les extraits aqueux de *Lemanea* sont concentrés tels quels à douce température, jusqu'au volume de 70 cm^3 environ par kilo d'algues (de juillet). La liqueur obtenue a la couleur du café; elle est amère. Lorsqu'elle est encore chaude on ajoute peu à peu et en agitant, de l'alcool à 95. Il se produit bientôt un précipité; on continue l'addition d'alcool jusqu'à un volume environ, puis on expose au froid modéré (+ 5°...). A intervalle de quelques jours, on enrichit progressivement en alcool. Les parois du flacon se couvrent de cristaux de KCl. Au bout de quelque temps la liqueur est devenue jaune clair, limpide; au fond, se trouve une masse onctueuse jaune rouge, mélange de

pigments, de matières azotées et gommeuses, riche en sels, mais contenant aussi une certaine proportion de corps dextrogyre. La faible solubilité de ce dernier impose une limite à la purification par l'alcool, et les ménagements que nous signalons.

On a traité ainsi, par exemple, l'extrait aqueux de 1450 gr. de *Lemanea* récoltées en août. Réduit à 100 cm³, il fut progressivement additionné de 2 volumes d'alcool à 95. Lorsque le dépôt de sel parut terminé, la liqueur fut décantée et l'alcool chassé : on disposait alors d'une liqueur dont la déviation, rapportée à 1450 cm³, était de 2°26'.

Le précipité fut repris par l'eau, où il ne se dissout qu'en petite partie. Cette solution, desséchée, fut traitée jusqu'à épuisement par l'alcool à 80 bouillant. La déviation de la liqueur obtenue, sous le volume de 1450 cm³, était de 23'. Le précipité avait donc retenu 13 à 14 % du produit dextrogyre.

Après séparation du précité, qui est conservé, les liqueurs ainsi purifiées par l'alcool sont déféquées au moyen de l'acide phosphotungstique. Dans l'exemple que nous citons, le volume fut, à cette fin, amené à 150 cm³ environ.

2) *Traitement des extraits alcooliques*

Après évaporation de l'alcool, on défèque modérément par l'acide phosphotungstique. Puis on concentre sous vide, à consistance presque sirupeuse. On ajoute alors de l'alcool fort, comme il est indiqué plus haut. Par rapport au cas précédent, l'ordre des opérations est interverti ; le résultat est souvent moins bon.

A la suite de ces traitements, la purification reste très incomplète. On a tenté de la continuer au moyen de l'alcool, selon le procédé indiqué au précédent chapitre, savoir dessication et reprise par un peu d'alcool fort, décantation et évaporation de la solution alcoolique, nouvelle reprise par de l'alcool en moindre volume, ou de titre supérieur, et ainsi plusieurs fois de suite. Nous espérions obtenir bientôt une solution assez pauvre en sels et riche en sucre pour que celui-ci pût cristalliser.

Après plusieurs mois d'essais, il fallut y renoncer. La solubilité du chlorure de potassium dans l'alcool, déjà notable quand le sel est

pur, augmente beaucoup en présence du sucre, surtout à chaud, même dans l'alcool presque absolu. D'autre part, après chaque dessication, une petite fraction seulement de la matière peut être dissoute utilement, même après ébullition prolongée. Il en résulte que la liqueur la plus pure que l'on peut obtenir ne contient guère moins de sel que de sucre, et encore l'obtient-on en quantité minime.

⁂

Il faut donc recourir à un procédé chimique pour éliminer les chlorures. Lorsqu'on soustrait d'un milieu les ions Cl ou K par les réactions de précipitation connues en analyse, on les remplace nécessairement par d'autres ions ou par des radicaux. La présence de ceux-ci serait au moins aussi gênante pour nous : on ne peut songer a utiliser le nitrate d'argent, ni l'acide chloroplatinique, pas plus que les acides perchlorique ou tartrique.

Le problème paraissait sans issue, quand une note de G. Austerweil [37], au sujet de certaines zéolithes, nous fournit, de façon très opportune, une élégante solution. Ch. Jeanprost a exposé l'application du procédé dans un article (1) que nous avons consulté avec profit.

On sait que les zéolithes (naturelles ou synthétiques) sont des silicates complexes, très peu solubles dans l'eau, dont un métal de la molécule est susceptible de permuter avec un ion métallique d'une solution ambiante. On leur donne souvent, pour cette raison, le nom de permutites ou d'échangeurs de bases. Leur usage est courant pour l'adoucissement des eaux naturelles. Ainsi, lorsqu'on filtre une eau séléniteuse à travers une colonne de zéolithe sodique, la zéolithe devient calcique et le sodium passe en solution à la place du calcium.

La note citée ci-dessus expose les propriétés conférées aux zéolithes par un choix judicieux de leur métal mobile. Introduites dans la solution d'un sel, ces zéolithes appropriées provoquent le passage de l'anion aussi bien que du cathion à l'état de combinaisons insolubles. Dès lors la molécule entière du sel est éliminée de la liqueur.

Considérons par exemple une zéolithe argentique. Si l'on agite dans la solution d'un chlorure — soit KCl — il se forme du chlorure d'argent et de la zéolithe potassique. Ces deux corps étant insolubles, la réaction est totale dans le sens indiqué. On possède ainsi le moyen

(1) Bull. chim. Sucr. Distill. 49, 1932, p. 206.

d'éliminer complètement les chlorures contenus dans une liqueur, sans y introduire aucun corps soluble.

Nous avons appliqué cette méthode avec plein succès aux extraits de *Lemanea,* si riches en KCl.

La zéolithe synthétique de la société Zerhyd (10, avenue George V, à Paris) a été traitée par une solution de NO^3Ag. Le silicate saturé d'argent est ensuite soigneusement lavé; il se conserve bien à l'obscurité. Il ne diffère pas par l'aspect du produit sodique : c'est un sable grossier blanc nacré.

***

Après la purification par l'alcool et la défécation, les extraits d'algues sont agités au contact de la zéolithe argentique. Il se produit bientôt un trouble blanc de chlorure d'argent, qui peu à peu devient un véritable précipité, bleuissant. De temps en temps, on filtre quelques gouttes de la liqueur, qu'on additionne de nitrate d'argent : on constate ainsi que la réaction des chlorures diminue d'intensité, jusqu'à disparaître. A ce moment, la liqueur ne contient pas non plus de potassium, baryum, magnésium ou argent. On filtre, et on lave la masse de zéolithe et de Ag Cl, pour éviter toute perte. S'il subsiste un louche dans le filtrat (AgCl colloïdal, Ag réduit) on traite par un courant de H^2S, et on filtre sur amiante.

Ce traitement donne d'excellents résultats : les chlorures sont radicalement éliminés, et la perte de produit est très faible. Cependant, il n'est applicable qu'à des extraits déjà purifiés comme on l'a indiqué, au moins par un traitement à l'alcool fort. Autrement, le travail de la zéolithe paraît interminable : dans un milieu trop riche en matières organiques, l'activité de celle-ci est considérablement diminuée. Il faut donc d'abord déféquer, puis éliminer les chlorures en liqueur suffisamment étendue.

Après ces opérations, les extraits, à peu près exempts de sels, contiennent encore des impuretés organiques qui les colorent en jaune ambré. On les concentre, et on défèque par l'acétate basique de plomb, opération très efficace en l'absence de chlorures. L'excès de réactif est éliminé au moyen de H^2S, et l'on amène, en évaporant sous vide, à consistance sirupeuse. Jaune clair, nettement sucré, le sirop est prêt pour la cristallisation.

Par exception les cristaux apparaissent au cours de la concentration ; le plus souvent, ils se montrent au bout d'un jour ou de quelques jours.

II. — DESCRIPTION DES PRODUITS CRISTALLISES

Sur les parois des ballons, on pouvait distinguer des prismes allongés, groupés autour d'un centre, et, ailleurs, de petits prismes courts, isolés. Plusieurs lots d'algues avaient été traités séparément, et les sirops plus ou moins purifiés : certains laissaient déposer l'une des formes seule, d'autres présentaient les deux espèces de cristaux juxtaposées. S'agissait-il d'un corps dimorphe, ou de deux combinaisons différentes ?

L'heureux partage des cristaux et leurs différences microscopiques permirent de faire deux lots. Les prismes allongés étaient l'espèce de beaucoup la plus abondante ; il nous fut facile de les identifier au *floridoside.*

A) *Le floridoside*

Après deux nouvelles cristallisations dans l'eau, le produit presque blanc fut repris par l'alcool à 95° bouillant. Par refroidissement lent apparurent de petits cristaux groupés en oursins, que l'on recueillit et lava rapidement à l'alcool à 80°. On obtint environ 8 grammes de produit sensiblement pur, présentant les propriétés suivantes :

1° Caractères cristallographiques. — D'après M. Gaudefroy, les cristaux nés dans l'eau sont des prismes orthorhombiques, à biréfringence forte et négative. L'un d'eux, placé dans une solution saturée de floridoside, s'y accroît ; de même, un cristal de floridoside s'accroît dans une solution saturée du corps à l'étude.

2° Le produit renferme 6,9 % d'eau de cristallisation, dans laquelle il fond à 86-87° (détermination au tube capillaire).

La saveur est nettement sucrée, sans amertume.

0 gr. 300 de cristaux furent dissous dans 20 cc. d'eau. La liqueur obtenue est dextrogyre $\alpha = + 4°32'$. D'où le pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_D = + 151$ (floridoside : 149-150).

3° Composition chimique.

La même liqueur fut additionnée de 5 %, en poids, d'acide sulfurique, et portée au bain-marie bouillant. Voici la marche de l'hydrolyse :

Temps	Déviations	Réducteur % (en galactose)	$[\alpha]_D$
0	+ 4°23′	0	
1 h	1°32′	—	
1 h 10 m	1°30′	0,96	78

L'action de l'autolysat de levure basse conduit au même résultat, en deux jours, à 37°.

En vue d'identification des produits d'hydrolyse, deux grammes de cristaux furent dissous dans 20 cc. d'acide sulfurique à 0,2 %, et portés pendant une heure à 120°. La liqueur, qui jaunit légèrement, fut neutralisée par le carbonate de baryum et concentrée à sirop. Au bout de deux jours, une cristallisation commençait. Après lavage rapide à l'alcool, puis à l'éther acétique bouillant, le produit cristallisé, de saveur sucrée, put être facilement identifié au *galactose*. Nous en avons obtenu plus de 800 mgr.

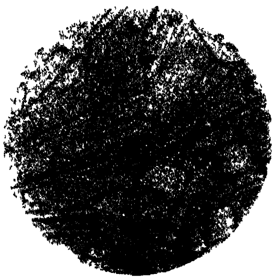


Fig. 1. — Tréhalose et Floridoside (gros' 10 D).

Dans la liqueur mère des cristaux, dont la saveur chaude est à noter, on a pu montrer la présence de *glycérol*. Dans ce but, on la déssécha sous le vide, et le résidu fut longuement agité dans 50 cc. d'éther acétique bouillant, solvant du glycérol, mais non du galactose. La substance extraite par l'éther présente les propriétés suivantes :

a) elle est optiquement inactive, non réductrice.

b) après oxydation par le brome, elle réduit nettement la liqueur de Fehling à froid.

c) chauffée avec du bisulfate de potassium sec, elle produit des vapeurs âcres, réduisant le nitrate d'argent ammoniacal.
donne naissance à de petites aiguilles cristallines caractéristiques (tribenzoate de glycérol).

d) en présence de chlorure de benzoïde et de soude concentrée, elle

Il est facile de conclure : le glucide de *Lemanea,* galactoside du glycérol, est bien identique au floridoside, dont il possède toutes les propriétés.

B) *Le tréhalose*

Dans la préparation microscopique figurée ici, le contraste est manifeste entre les prismes allongés du floridoside et les cristaux dont la nature reste à fixer. Ceux-ci sont orthorhombiques comme les premiers, mais courts, de forme bien différente, et surtout leur biréfringence est faible et positive.

Deux cristallisations dans l'alcool à 90 95 assurent une purification suffisante. Le floridoside, bien plus soluble, est facilement séparé. Nous avons obtenu 2 grammes de cristaux incolores, de saveur sucrée, dont voici quelques propriétés :

1° Ils renferment 9,5 % d'eau ; ils fondent en se déshydratant à 99-100° (au tube capillaire). Le produit anhydre ne se fluidifie plus ensuite qu'à 205-210°.

2° On dissout 0 gr. 300 de cristaux dans 200 cm^3 d'eau. La déviation est, à 15°

$$\alpha = +5°15'$$

le pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_D$ est donc + 175, pour le corps hydraté.

3° La liqueur ainsi obtenue est hydrolysée au bain-marie, par l'acide sulfurique (5 % en poids).

Temps.	Déviation	Réducteur % (en glucose)	[α]
0	5°5'		
3 h	2°8'		
6 h	1°34'		
8 h	1°26'	1,39	51

Après neutralisation, nous avons pu préparer la glucosazone typique.

4° Le corps étudié n'est pas hydrolysable par l'autolysat de levure basse.

Les premiers résultats obtenus nous ont déterminé à comparer,

dans une étude parallèle, les caractères du corps inconnu et ceux du *tréhalose* pur. Il devint évident que nous avions affaire à des produits identiques.

Les sirops de *Lemanea nodosa* contiennent donc deux glucides, le floridoside et le tréhalose. Le premier est de beaucoup le plus abondant. La présence de ces corps rend compte des caractères analytiques des extraits, exposés dans le précédent chapitre. Au floridoside les hydrolyses acides et diastasiques doivent leurs caractères d'ensemble; les anomalies de détail sont le fait du tréhalose.

Ce bioside est très difficile à hydrolyser par les acides, et livre exclusivement du glucose : au cours de l'hydrolyse des extraits d'algues, plus ou moins impurs, l'attaque du tréhalose peut rester incomplète et le pouvoir rotatoire « final » dépasser de ce chef la valeur 80. Dans le cas contraire, le glucose libéré peut suffire à abaisser ce pouvoir vers 70.

Le tréhalose n'est pas tributaire de l'autolysat de levure basse, au moins de l'autolysat vieilli. Ainsi s'explique l'arrêt observé au cours des hydrolyses diastasiques. On peut trouver là le principe d'un dosage approché du tréhalose. Ainsi, au mois d'août, la liqueur de fixation alcoolique de *Lemanea nodosa* renferme à peu près 5 fois moins de tréhalose (0,19 gr. % d'algues fraîches) que de floridoside (0,98 gr. %).

De nouvelles recherches seront nécessaires pour déterminer les rapports des deux sucres au cours de la végétation. L'hydrolyse diastasique ne peut rendre de services analytiques que si elle porte sur des liqueurs assez propres; or les traitements préalables risquent fort d'altérer les proportions des sucres. Si l'on pousse assez loin la purification par l'alcool, on élimine peu à peu des extraits le tréhalose, moins soluble que floridoside. Nous avions effectivement constaté (page 27) que les liqueurs les mieux purifiées par ce moyen ressemblaient davantage au floridoside pur. On s'explique de même façon que certains sirops, qui provenaient de la reprise des mélasses, aient fourni en premier jet des cristaux de tréhalose

Un lot mélangé de *Sacheria fucina* et *Lemanea nodosa* nous a donné les mêmes produits cristallisés que cette dernière espèce seule,

mais nous n'avons pas eu encore l'occasion de traiter les *Sacheria* à l'état pur. Il est probable cependant, d'après l'ensemble des précédents résultats, que le même mélange de sucres existe dans les deux plantes.

La caractérisation du floridoside chez les Lémanéacées donne une réponse à la question des rapports entre biochimie et systématique, qui se posait à nous au début de cette recherche. Les *Lemanea* ne sont certes pas parentes proches des *Rhodymenia,* et leur écologie est bien différente. Le floridoside, élaboré ici et là, exprime bien, semble-t-il, les similitudes profondes qui définissent les Rhodophycées.

***

Quant au tréhalose, c'est, à notre connaissance, la première fois qu'on l'extrait d'une algue, le sucre considéré comme tel par Kylin, dans les *Rhodymenia,* étant en réalité le floridoside (Guéguen [38], p. 25-26).

Commun chez les champignons, ce sucre semble très rare, au contraire, dans les plantes autotrophes. On l'a signalé chez quelques Phanérogames, mais à la suite d'une invasion parasitaire par des Champignons, ainsi dans une Avoine sauvage attaquée par un ergot (v. Lippmann [39]), ou bien en dehors des conditions normales de vie, ainsi dans un *Carex,* après une gelée survenue au mois de juillet (v. Lippmann [40]).

Les Sélaginelles sont les seules plantes vertes où la présence normale du tréhalose soit certaine. Il fut extrait d'abord par Anselmino et Gilg [41] d'une espèce xérophile de l'Amérique tropicale, *Selaginella lepidophylla,* parvenue en Europe comme une curiosité (à la manière d'une rose de Jéricho). Plus récemment Yamashita et Sato [42] ont obtenu le même glucide à partir de 21 espèces de Sélaginellacées du Japon.

On sait que, chez les Champignons, le tréhalose est fréquemment accompagné de mannitol. La même association se retrouve-t-elle dans les *Lemanea ?* (1).

(1) Bien que le mannitol n'ait pas encore été trouvé dans les Algues rouges, les polyols ne sont pas étrangers à ce groupe ; le dulcitol a été signalé dans *Iridaea laminarioides* (Hassid [43]) ; il existe aussi, accompagné de sorbitol, dans *Bostrychia scorpioïdes* (Hass et Hill [44]).

III. — RECHERCHE DU MANNITOL

La meilleure méthode de recherche des polyols est basée sur leur solubilité relativement grande dans l'alcool absolu bouillant; par refroidissement ils cristallisent, même en présence de sels.

Nous avons ainsi recherché le mannitol dans les sirops purifiés de *Lemanea*, mais sans succès.

La méthode optique n'a pas donné non plus de résultat : le pouvoir rotatoire n'est pas exalté en présence d'acide arsénieux. Dans les conditions de l'expérience, la quantité minima de mannitol décelable était de 0 gr. 05 % du poids d'algues fraîches.

Les algues séchées à l'air ne semblent pas élaborer de mannitol au cours de la dessication.

On s'est assuré qu'au mois d'avril les polyols n'existaient pas davantage, au moins en quantité décelable par cristallisation, tant chez *Lemanea* que chez *Sacheria*. Dans ce but, l'extrait alcoolique de 320 gr. de *Lemanea nodosa* est déféqué par l'acide phosphotungstique et évaporé à siccité complète dans le vide. La masse est fragmentée et agitée un quart d'heure au contact de 15 cm^3 d'alcool absolu bouillant. On décante dans un petit ballon chaud et on laisse refroidir. Après plusieurs jours, on n'observe que des cristaux de sel et une petite quantité de précipité pulvérulent blanc. On a dissous alors, dans cette liqueur bouillante 0 gr. 02 de mannitol. Moins d'une heure après refroidissement, les aiguilles cristallines du polyol apparaissaient. Si l'on introduit du mannitol dans l'extrait d'algues avant de dessécher, il faut en ajouter au moins 0 gr. 5, soit 20 fois plus, pour obtenir une cristallisation dans l'alcool d'épuisement. Dans ces conditions, l'analyse ne permettrait pas de déceler moins de 0,15 % de mannitol, rapporté au poids frais. En raison de la coloration et de la complexité des liqueurs, la méthode polarimétrique n'est guère plus sensible.

Les mêmes essais furent poursuivis à partir de 440 gr. de *Sacheria fucina* récoltés également en avril. Dans ce cas l'alcool absolu bouillant entraîne une grande quantité de substances organiques qui précipitent en masse dès le début du refroidissement. On n'a pas trouvé trace de mannitol.

CHAPITRE QUATRIEME

LES MUCILAGES ET LE GLYCOGÈNE DES LÉMANÉACÉES

I. — TECHNIQUE

Lorsque les traitements à l'alcool bouillant, renouvelés à quatre ou cinq reprises, ont débarrassé les algues des sucres solubles, celles-ci sont devenues soit d'un vert très clair, soit d'un brun plus ou moins rougeâtre, selon l'abondance du pigment rouge, qui brunit par la cuisson. Inchangées pour le reste, elles montrent, sur une coupe, la matière gommeuse intacte, les spores et beaucoup de cellules du thalle toujours intensément colorables par l'iode.

On se souvient que la substance ainsi colorable en brun ou en violacé possède, pour ERRERA [45], les caractères chimiques du glycogène. Voici comment l'auteur lui-même expose la technique et les résultats de ses recherches :

« Douze touffes sporifères de *Lemanea annulata*, Kütz, conser-
« vées dans l'alcool, ont été finement découpées et écrasées dans un
« mortier. On fait bouillir la masse pendant une dizaine de minutes
« avec de l'eau et on filtre. Une petite portion de liquide a été addi-
« tionnée d'acide chlorhydrique et d'iodure double de mercure et de
« potassium : il ne se forme aucun précipité : le traitement au mer-
« cure est donc ici superflu. On concentre le reste de la solution (qui
« est à peine acide), au bain-marie, on filtre et on ajoute deux vo-
« lumes d'alcool absolu. Il se dépose, par le repos, un léger précipité
« grumeleux, d'un blanc à peine jaunâtre ; on filtre. On lave le préci-
« pité à l'alcool et on le dissout dans l'eau. Cette solution est jaunâ-
« tre, opalescente, neutre ; elle brunit par l'iode en solution dans
« l'iodure de potassium, perd en grande partie son opalescence par ad-
« dition de soude caustique, dissout en bleu pâle l'hydrate cuivrique
« sans le réduire à l'ébullition ; elle acquiert, après un quart d'heure

« d'ébullition avec de l'acide sulfurique dilué, la propriété de ré-
« duire abondamment les réactifs de TROMMER et de BOETTGER, en
« même temps que l'opalescence a disparu. Le *Lemanea* renferme
« donc une sorte de glycogène...

« Comme j'avais obtenu fort peu du corps analogue au glycogène
« et que les fragments de *Lemanea* qui avaient servi à cette analyse
« renfermaient encore beaucoup de substance brunissant par l'iode,
« je les ai épuisés de nouveau, cette fois avec une solution étendue et
« tiède de soude caustique. Le rendement a été bien plus considérable,
« seulement le corps glycogénique avait subi par là de légères alté-
« rations dans ses propriétés : il faut surtout noter que sa solution,
« même assez concentrée, était à peine opalescente, et qu'elle se co-
« lorait en violet rougeâtre pâle par l'addition de très peu d'iode dans
« l'iodure de potassium. D'ailleurs elle prenait, par un peu plus
« d'iode, la même nuance brune que le glycogène hépatique, n'opérant
« pas une trace de réduction sur le réactif de TROMMER, mais le ré-
duisant abondamment après un quart d'heure d'ébullition avec
« l'acide sulfurique faible » (*loc. cit.* p. 30-32).

Les algues ainsi traitées contenaient encore des sucres à petite molécule : l'auteur n'y a pas songé, semble-t-il; toutefois, éliminés avant l'hydrolyse, au cours de la précipitation alcoolique, ils n'ont pas été cause d'erreur. Sur *Lemanea nodosa* épuisé par l'alcool, nous avons repris l'expérience de ERRERA et retrouvé ses résultats.

Leur signification par contre nous a paru incertaine.

L'auteur passe sous silence la viscosité des extraits un peu concentrés; ils précipitent abondamment, sinon par l'iodure de mercure et de potassium, du moins par l'acétate basique de plomb : ils sont riches en matières gommeuses. Si l'on pratique l'épuisement aqueux des algues avec précaution, les hachant sans les broyer, on peut obtenir une liqueur semblable à celle que préparait ERRERA, à ceci près qu'elle n'est pas colorable par l'iode. On extrait de cette façon une matière mucilagineuse insoluble dans l'alcool fort, facilement transformable, par hydrolyse, en produits réducteurs. Ces caractères analytiques, retenus par ERRERA, n'appartiennent donc pas en propre au glycogène : en sorte que, pour établir la présence de ce glucide, l'auteur n'a pas apporté d'autre preuve que la seule réaction à l'iode. Celle-ci, on le sait, n'est aucunement spécifique (p. 9).

Entreprise comme un contrôle chimique, l'analyse de ERRERA reproduit simplement la réaction histochimique et n'apporte pas plus

de certitude. Il est donc nécessaire d'étudier de plus près les extraits d'algues, en particulier leurs caractères optiques et leurs produits d'hydrolyse.

Ces extraits ne sont pas observables au polarimètre, même après filtration ; ils le deviennent après quelques instants d'hydrolyse sous l'action des acides ; les déviations, observées dès que que possible, sont souvent positives, quelquefois négatives. Il s'agit évidemment d'un mélange de plusieurs principes. La meilleure méthode analytique consiste à tenter, sur les thalles, des extractions fractionnées. On peut espérer, par ce moyen, préparer les substances mucilagineuses d'une part, le glycogène de l'autre, et, si vraiment ce glucide existe, le caractériser à l'état pur.

Dans ce but, nous avons été amenés à pratiquer successivement :

1° Le traitement par l'eau froide, puis chaude, des algues entières ;
2° Le traitement par l'eau bouillante des algues hachées ;
3° Le traitement par la potasse des algues hachées ;
4° Le traitement par la potasse des spores pulvérisées.

Il est bien entendu que ces algues avaient été, au préalable, privées complètement des sucres solubles dans l'alcool, floridoside et tréhalose.

II. — EXTRAITS AQUEUX DES ALGUES ENTIÈRES

Soit que l'on traite les algues pendant plusieurs jours par l'eau froide, soit qu'on opère à chaud, au bain-marie bouillant une à deux heures, ou à l'ébullition, sur feu nu, un quart d'heure environ, les propriétés des extraits sont les mêmes. Ce sont des liqueurs assez fortement colorées par le pigment rouge plus ou moins altéré et devenu jaune brun. Elles sont pauvres en substances dissoutes : les parois de l'algue opposent aux colloïdes une barrière très difficilement franchissable. Même très concentré, l'extrait est peu visqueux, non colorable à l'iode. Sous l'action des acides forts, il devient un peu réducteur.

L'étude d'un tel milieu, à la fois très coloré et très dilué, n'est pas susceptible d'une grande précision, comme le montrent les exemples ci-dessous :

1) Un lot de *Lemanea nodosa*, récolté en août, pesant frais 325 gr.,

est traité au bain-marie bouillant par 1 litre 5 d'eau, pendant 1 h. 30. On décante, on concentre à 135 cm^3. La liqueur très colorée, présente les propriétés suivantes :

a) Elle précipite par le plomb; après défécation légère, on peut l'examiner au polarimètre : elle est négative.

b) Portons-la au bain-marie bouillant, après addition de 2 % d'acide sulfurique. En quelques minutes, il se produit un précipité filtrable, et l'on peut suivre l'hydrolyse au polarimètre :

Temps d'hydrolyse	Déviation
5 m	— 14′
1 h 30 m	— 10′
3 h	+ 4′
4 h	+ 4′

Ainsi les déviations observées sont très faibles. En vue d'obtenir une plus grande quantité de la substance, on a ensuite traité les mêmes algues par l'eau bouillante (sur feu nu), pendant 20 minutes. Le jus fut concentré à 20 cm^3 et hydrolysé comme ci dessus.

Temps d'hydrolyse	Déviation
5 m	— 6′ (après dilution $^{10}/_{1}$)
3 h	0 } non dilué, mais après
4 h 30 m	+ 18′ } filtration sur noir.

Le résultat n'est guère plus précis, tant le pigment est abondant. L'hydrolysat réduit à la fin la liqueur de FEHLING comme une solution de glucose à 0,61 %. Le pouvoir rotatoire spécifique serait donc voisin de 20. Nous avons plusieurs fois trouvé des valeurs notablement moindres.

2) De *Sacheria fucina* (récolté fin mai), on a obtenu un extrait analogue, un peu visqueux quand il est très concentré, non colorable par l'iode, riche en sels et en matières azotées. Voici les résultats d'une hydrolyse (SO^4H^2 2 %, 100°).

Temps.	Déviation	Réducteur % (en glucose)
10 m	— 25′	0,15
45 m	0	0,41
2 h	0	0,60
2 h 30 m	»	0,70
3 h 30 m	+ 8′	0,65

A la fin, le pouvoir rotatoire est de l'ordre de 10.

Ces résultats montrent avec quelle difficulté le glycogène — ou le corps considéré comme tel — et les gommes diffusent hors des thalles. Ils expliquent la possibilité d'extraire à bon compte les sucres cristallisables au moyen de l'eau bouillante. Dans les recherches ultérieures, on pourra sans distinction prendre comme matériel les algues dessucrées soit par l'eau, soit par l'alcool : elles diffèrent peu quant aux glucides qu'elles renferment encore.

III. — EXTRAITS AQUEUX DES ALGUES HACHEES

Malgré le peu d'intérêt des produits obtenus, on peut toujours pratiquer utilement l'épuisement aqueux des algues entières : une grande quantité de pigment est ainsi éliminée. La diffusion des sels est malheureusement difficile dans ces mêmes conditions : avec les gommes, beaucoup d'éléments minéraux sont retenus à l'intérieur des thalles.

Les algues sont ensuite hachées en menus fragments et traitées par l'eau distillée bouillante pendant 20 à 30 minutes. De nombreuses spores sont dispersées dans le liquide ; on laisse reposer plusieurs heures, puis on décante et on exprime les algues dans un linge épais. On a ainsi traité, par 10 litres d'eau, un lot de *Lemanea nodosa* (récolté en juillet) qui pesait à l'état frais 2 kilos 5.

L'extrait, jaunâtre, est opalescent même après filtration ; concentré à feu doux, il devient visqueux. Additionné alors d'eau iodée, il ne prend aucune trace de la coloration brune qu'on observe avec les solutions diluées de glycogène. On peut s'assurer d'ailleurs que le contenu des cellules est resté, après le traitement, intensément colorable par l'iode. Des matières gommeuses non colorables ont été séparées : l'opération est donc facile, quand la fragmentation des algues n'a pas été poussée trop loin.

A concentration moyenne, l'extrait flocule par le carbonate de sodium et par la baryte, surtout à chaud ; après filtration, on peut examiner la liqueur au polarimètre ; elle est nettement dextrogyre. La soude caustique ne produit pas de floculat. Le sous-acétate de plomb, le nitrate mercurique, l'acide phosphotungstique défèquent abondamment ; l'iodure complexe de potassium et de mercure agit fort peu.

Très concentré, l'extrait précipite par l'alcool fort en grand excès : les substances gommeuses qu'il contient sont, dans ces conditions, bien plus solubles que du glycogène. La précipitation alcoolique opère entre ces substances un certain fractionnement, et nous a permis de les étudier avec précision. A cet effet la solution mucilagineuse, réduite au volume de 200 cm³ environ, est additionnée de 2 vol.. d'alcool à 95. Il se forme un précipité (P1) blanc grisâtre, fibreux, qu'on sépare par filtration sur un linge fin. La liqueur alcoolique est ensuite concentrée à 15 cm³ environ, et additionnée à nouveau d'alcool fort. Il se produit un précipité (P2), qui est séparé comme le précédent.

On ne parvient pas ainsi à précipiter intégralement la substance en solution : il reste dans le filtrat (L) un corps hydrolysable dont nous indiquerons d'abord les caractères. On étudiera ensuite les précipités P1 et P2.

1) *La liqueur L.*

L'alcool est évaporé, et l'on reprend par un peu d'eau. La solution ainsi obtenue est jaunâtre, opalescente. Disposant d'une quantité minime de produit, on s'est borné à en faire deux parts qui ont été soumises aux essais suivants :

1° Une moitié est déféquée à fond par l'acide phosphotungstique. On obtient ainsi 18 cm³ d'une liqueur dextogyre.

$+ 52'$

l'hydrolyse par l'acide sulfurique à 2 % demande environ une heure, à l'autoclave (120°), et fournit une liqueur réductrice :

Déviation	Réducteur % (en glucose)	[α]
+ 12'-14'	0,58	19-20

2° L'autre moitié est hydrolysée telle quelle dans les mêmes conditions. On obtient une liqueur réductrice :

Déviation	Réducteur % (en glucose)	[α]
+ 8'	0,99	13

Forcément imprécis, ces résultats suffisent cependant à montrer l'existence d'un corps dextrogyre soluble dans l'alcool fort, précipitant partiellement par l'acide phosphotungstique et différent, d'après ses produits d'hydrolyse, des sucres précédemment reconnus,

2) *Le précipité P2*

A en juger d'après les résultats des hydrolyses, ce précipité est moins complexe que P1, c'est pourquoi nous l'examinerons en premier lieu. Séché et broyé, il se présente comme une poudre jaunâtre (1 gramme environ), très hygroscopique, sans réaction spéciale au au contact de l'iode, un peu soluble dans l'alcool à 80 bouillant, soluble presque entièrement dans l'eau en une liqueur opalescente, visqueuse.

Additionnée d'acide sulfurique (2 %), cette liqueur s'éclaircit au bain-marie bouillant après 10 minutes, ce qui rend possible une lecture au polarimètre. Voici la marche d'un hydrolyse dans ces conditions.

Temps	Déviations	Réducteur % (en glucose)	[α]
10 m.	+ 1° 28′	—	
20 m.	1° 28′	—	
30 m.	1° 26′	—	
1 h.	1° 12′	0,56	
2 h.	1° 4′	—	
3 h.	56′	—	
4 h. 30 m.	44′	0,90	
5 h. 30 m.	40′	—	
6 h.	40′	0,90	37

Après cinq heures environ, l'hydrolyse ne progresse plus, même à l'autoclave. Quelle est la nature des substances libérées ? Faute d'une quantité suffisante de matière, nous n'avons pu résoudre cette question.

3) *Le précipité P1*

A l'état sec, ce précipité pesait près de 9 grammes. C'est une subtance grisâtre en poudre, non colorable par l'iode, riche en azote 2,6% et en cendres 10% (Cl, S, P, K, Mg, Ca, Fe). Dans l'eau, elle se redissout lentement et partiellement. L'examen optique direct est impossible.

L'acide sulfurique à 2 % en volume, à 100°, l'hydrolyse assez facilement, avec production de corps réducteurs. Voici la marche d'une

expérience, effectuée sur une solution à 3 % de matière gommeuse. Après cinq minutes, on a séparé par filtration des grumeaux de matière noirâtre, insoluble.

Temps	Déviations	Réducteur 0/0 (en glucose)	[α]
0	illisible	0	
5 m.	+ 12′	—	
15 m.	+ 4′	—	
25 m.	0	1,00	
35 m.	+ 6′	—	
1 h.	+ 12′	—	
1 h. 30 m.	+ 16′	1,35	
2 h.	+ 24′	1,40	
2 h. 30 m.	+ 24′	1,45	
3 h. 15 m.	+ 26-28′	1,50	14
4 h.	—	1,50	

Ainsi l'attaque paraît terminée après trois ou quatre heures : le poids du réducteur libéré, évalué en glucose, représente alors la moitié du poids de matière mis en œuvre. Au cours de la première demiheure apparaissent les deux tiers de ce réducteur, tandis que la déviation polarimétrique, d'abord nettement positive, diminue; elle atteint un minimum, puis croît, cependant que la quantité de réducteur continue d'augmenter, mais lentement. La liqueur est jaune; les déviations sont faibles, et donc les modifications optiques sont difficiles à suivre avec précision; l'existence d'un minimum paraît cependant indubitable. Peut-être a-t-on affaire à un mélange de deux substances, l'une plus dextrogyre que ses produits d'hydrolyse, facilement attaquable; l'autre lévogyre, plus résistante, d'où naissent des corps dextrogyres.

On a tenté de fractionner le produit brut au moyen de l'alcool, suivant deux procédes :

1° On traite 2 gr. 5 de poudre par de l'alcool bouillant de titre de plus en plus bas. Il faut descendre jusqu'à 40° pour dissoudre une quantité notable de substance. La liqueur obtenue, opalescente, visqueuse, est décantée; on évapore et on reprend par un peu d'eau. On obtient ainsi une solution très visqueuse, à peine jaunâtre, opalescente, neutre. Elle se trouble légèrement par l'acide sulfurique; avec la soude, on n'obtient pas de précipité, mais seulement, à chaud, une

coloration jaune clair ; la liqueur de Fehling, à chaud, provoque un floculat, mais non pas le sulfate de cuivre seul, même concentré ; la baryte produit un précipité blanc, d'aspect cireux, soluble dans l'eau chaude.

Voici la marche de l'hydrolyse (SO^4H^2 2 %, 100°) :

Temps	Déviations	Réducteur % (en glucose)	[α]
5 m.	+ 1°55′		
25 m.	+ 14′		
1 h.	— 9′		
2 h.	+ 20′		
3 h.	+ 36′		
4 h.	+ 44′	3,10	
5 h.	+ 52′	3,15	13-14

On retrouve ici, avec une plus grande netteté, les caractères du produit total étudié précédemment.

Le traitement à l'alcool 40° a laissé un résidu grisâtre qui, desséché, pèse 0 gr. 90. On le dissout dans l'eau en proportion de 3 %, et on le soumet à l'hydrolyse dans les conditions habituelles.

Temps	Déviations
5 m.	+ 12′
15 m.	+ 5′
25 m.	+ 4′
1 h. 30 m.	+ 9′
2 h.	+ 12′

etc...

Ces résultats sont analogues à ceux que l'on obtient en hydrolysant le produit total.

Le procédé que nous avons employé n'aboutit donc pas à un fractionnement. Mais il est à retenir si l'on se propose de purifier rapidement les matières gommeuses : l'alcool entraîne peu les composés azotés.

Examinons plus en détail les caractères du produit ainsi purifié. D'après le poids de réducteur en fin d'hydrolyse, et la déviation polarimétrique observée au début, le pouvoir rotatoire initial dépasse + 30°. On a remarqué que la liqueur au minimum de déviation, après une heure environ, devient lévogyre. Quelle est la nature des produits d'hydrolyse ? A ce sujet, nous ne pouvons encore affirmer

que peu de chose. Il s'agit certainement d'un mélange de corps réducteurs dont les uns sont dextrogyres, les autres lévogyres. On a pu les séparer, au moins partiellement, de la manière suivante :

L'hydrolysat est déféqué par l'acide phosphotungstique, puis évaporé à sec. On reprend par l'alcool à 80 bouillant, pendant une dizaine de minutes; on laisse reposer deux jours, puis l'alcool est décanté et distillé. On reprend par un même volume d'eau la fraction soluble dans l'alcool et la partie non dissoute.

a) La première présente les caractères suivants :

$\alpha = +1°$ R % (en glucose) 1,30 $[\alpha]_D = +38$.

La liqueur se colore en rouge orangé en présence d'orcine, en milieu chlorhydrique; elle est neutre et ne précipite pas par SO^4H^2. Nous n'avons pu obtenir d'osazone, et nous disposions d'une quantité trop faible du produit pour songer à le fractionner.

b) La seconde fraction (la moins soluble dans l'alcool) offre les propriétés suivantes :

$\alpha = -28'$ R % (en glucose) 0,55 $[\alpha]_D = -42$.

Avec l'orcine, la réaction est bien moins intense, compte tenu de la dilution.

Par addition d'acide sulfurique à la liqueur neutre, il se forme un abondant précipité de sulfate de baryum. Lors de l'élimination de l'acide phosphotungstique par la baryte et le carbonate de baryum (1), une certaine quantité de ce métal était donc demeurée à l'état de sel soluble. Il persiste en proportion très appréciable après l'élimination des chlorures par un peu de zéolithe argentique; le milieu ne renfermant d'ailleurs pas de nitrates, on doit conclure à la présence de sels organiques de baryum. Il est possible qu'il s'agisse d'uronates car la réaction à la naphtorésorcine est nettement positive.

Ajoutons que l'élimination du baryum ne modifie pas le pouvoir rotatoire.

2° Un second procédé de séparation des matières gommeuses consiste à dissoudre dans l'eau le produit brut et à pratiquer la précipitation fractionnée par l'alcool à 95. Opérant sur 5 gr. environ, on a obtenu un précipité p1 pesant 4 gr. 4 et un précipité p2 pesant 0 gr. 55.

(1) Voir plus haut l'exposé de cette technique, p. 21.

Cette méthode est efficace et continue le fractionnement opéré une première fois déjà (cf. p. 48): p2 ressemble à P2 et p1 à P1.

Voici par exemple les caractères de l'hydrolyse de la substance p2 (solution à 2,5 %) :

Temps	Déviation	Réducteur % en glucose	[α]
5 m.	+ 1°20′	traces	
15 m.	1°12′		
30 m.	1°12′		
1 h. 30 m.	1° 8′		
3 h.	1° 2′	1,00	
4 h. 30 m.	44′	1,05	35
5 h.	32′	1,15	23

Quant à la substance p1, elle présente des caractères analogues à ceux de P1 ; on observe au cours de l'hydrolyse un minimum négatif de la déviation polarimétrique.

Conclusions. — L'étude que nous avons ébauchée nous montre que les substances extraites de *Lemanea* par la technique décrite, n'ont aucun rapport avec le glycogène. Il s'agit d'un mélange de matières gommeuses. On peut en distinguer deux au moins :

1° L'une (P2) dextrogyre, ($[\alpha]_D > 80$). Au cours de l'hydrolyse, pénible, le pouvoir rotatoire diminue régulièrement, pour se fixer vers 30.

2° L'autre (P1) dextrogyre, ($[\alpha]_D > 30$). Au cours de l'hydrolyse, le pouvoir rotatoire passe par un minimum. Sa valeur finale est voisine de + 10.

Peut-être a-t-on affaire ici au mélange de deux corps :

L'un dextrogyre, dont l'hydrolyse facile s'accompagne d'une diminution du pouvoir rotatoire,

L'autre lévogyre, donnant des produits d'hydrolyse dextrogyres, et rappelant, par conséquent, la gomme qui diffuse lors du traitement de salgues entières par l'eau chaude (Cf. page 46.)

S'il existe des sucres parmi les produits de dégradation de toutes ces substances, nous ne pouvons encore déterminer lesquels, vu la difficulté d'obtenir leurs composés avec la phénylhydrazine. La faute

en est aux acides organiques réducteurs présents dans l'hydrolysat, et dont les sels de baryum sont entraînés même dans l'alcool absolu froid. Nous avons émis plus haut l'hypothèse qu'il s'agit d'acides uroniques. Cette opinion semble confirmée par le dégagement de gaz carbonique qui accompagne l'hydrolyse de la gomme sous l'action de HCl à 18 % : le poids de CO^2 dégagé représente 5 % du poids de gomme. (Au sujet de cette réaction, voir la thèse de RICARD [46] p. 168).

Si l'on attaque la matière gommeuse par l'acide iodhydrique, selon la méthode de MEYER, il se produit de l'iodure de méthyle : celle-ci contiendrait donc un groupement méthyle ou méxothyle.

Les procédés biochimiques d'analyse ne permettent pas d'apporter d'autres précisions. Le mélange de gommes a été mis en présence des divers milieux fermentaires ci-dessous indiqués, sans qu'aucun ait manifesté de pouvoir hydrolysant: orge germée, poudre de pancréas (Pancréatine Choay), suc gastrique d'escargot, poudre d'*Aspergillus niger,* luzerne germée, enveloppes de *Phallus* (1).

⁂

A partir des *Sacheria fucina,* traitées dans les mêmes conditions que les *Lemanea,* on a retiré de même des mélanges assez variables de gommes, non colorables par l'iode.

Voici les résultats obtenus en hydrolysant, tel quel, un extrait de *Sacheria* (SO^4H^2 2 %).

Temps	Déviation (au tube à 1 dem.)	Réducteur % en glucose	[α]
10 m.	+ 18′	0	
30 m.	+ 18′		
1 h.	+ 32′		
1 h. 30 m.	+ 28′	0,50	
2 h.	+ 20′	0,57	
2 h. 30 m.	+ 20′	0,60	
3 h. 30 m.	+ 20′	0,67	
autoclace 120°			
15 m.	—	0,85	
30 m.	+ 4′ (?)	0,88	7,5

(1) Au sujet de l'activité fermentaire des enveloppes de ce champignon, voir H. COLIN et M. QUILLET, *Comptes rendus, 195,* 1932, p. 1313-1315.

Au cours de l'hydrolyse, le pouvoir rotatoire passe par un maximum.

Il peut arriver que, sans avoir poussé très loin la fragmentation des algues, on obtienne néanmoins des extraits mucilagineux colorables en brun rouge par l'iode : ils sont analogues à ceux que préparait Errera à partir des algues broyées. Ce fut le cas pour un lot de *Lemanea nodosa,* pesant frais 1.450 gr., récolté en août et particulièrement riche en spores : il fournit 8 grammes de gomme brute sèche, se colorant légèrement par l'iode.

Ce produit diffère peu des précédents par les caractères de l'hydrolyse sous l'action des acides. L'extrait mucilagineux concentré, additionné d'alcool, fournit un précipité P1. Remise en solution aqueuse à 3 % et hydrolysée, la substance donne lieu aux observations suivantes :

Temps	Déviation	Réducteur en glucose %	[α]
5 m.	+ 23′		
10 m.	+ 14′		
15 m.	+ 13′		
30 m.	+ 10′		
1 h.	+ 10′	1,35	
2 h.	+ 18′	1,50	
3 h.	+ 30′	1,60	
4 h.	+ 30′	—	
4 h. 30 m.	+ 28′	1,60	14

Ces résultats ne sont de nature à fournir aucune indication sur la présence éventuelle, dans la gomme, d'une petite quantité de glycogène.

L'action des amylases est plus intéressante à considérer. Mélangeons une très petite quantité d'une amylase — du malt, du pancréas, ou rapidase — à quelques cc. de la solution mucilagineuse concentrée. Aussitôt celle-ci perd la propriété de se colorer en brun au contact de l'iode. Le changement est manifeste, mais quelle en est la signification ? On peut y voir l'indice de l'action spécifique de l'amylase sur une substance glycogénique. Cependant cette interprétation ne s'impose pas.

Considérons en effet une solution de *gélose* (1) fraîchement préparée et de concentration suffisante. Par addition d'eau iodée, elle prend une teinte rouge brun. Cette propriété disparaît si l'on ajoute à la solution une très petite quantité d'amylase. La gélose n'est cependant pas une matière amylacée, et n'a d'ailleurs pas subi de modification chimique, au moins pendant la durée très courte de l'expérience. Dans ce cas, la diastase est intervenue seulement par sa nature de matière albuminoïde : par suite de son affinité pour l'iode, elle masque la réaction de la gélose. Des albumines variées sont aptes, à des degrés divers, à produire le même effet. On peut facilement prouver qu'il en est bien ainsi. Evaporons presque à siccité quelques gouttes de la solution de gélose additionnée d'amylase. Après refroidissement, ajoutons une goutte d'eau iodée : la coloration rouge apparaît, aussi intense qu'en l'absence de diastase. Desséchée ou coagulée, celle-ci ne masque plus la gélose, qui donne dès lors avec l'iode la réaction habituelle.

Si l'on soumet aux mêmes essais une solution de *glycogène*, on constate que le milieu, qui se colorait en brun, perd cette propriété, mais cette fois d'une façon définitive : l'amylase a dégradé chimiquement le glucide.

Les changements dans la réaction à l'iode, notés de leur caractère définitif ou seulement transitoire, peuvent ainsi fournir des indications analytiques, faciles et rapides. L'extrait de *Lemanea* que nous étudions se comporte, à ce point de vue, comme une solution diluée de *glycogène*. Ce glucide y est donc probablement présent.

Il s'y trouve toutefois en si faible quantité, qu'on ne réussit guère à mettre en évidence le sucre réducteur issu de son hydrolyse diastasique. Et d'ailleurs, étudiant l'action de l'amylase sur ce milieu complexe et riche en gommes, on ne peut interpréter correctement l'apparition de réducteur sans avoir déterminé la nature de ce dernier. Certaines gommes en effet, comme la gélose de *Rhodymenia*, sont dégradées lentement, avec production de réducteur, par l'amylase du malt et la rapidase (Guéguen [47], p. 58). Pour savoir à quel corps ont touché les amylases, il est indispensable d'identifier les produits d'hydrolyse.

(1) On trouvera, dans une note de Sauvageau [48] l'indication de quelques sources de gélose colorable par l'iode. Nous avons employé une gélose du commerce, que nous avons vérifiée exempte de glycogène.

Cela suppose ces produits préparés en quantité suffisante. Nous sommes donc amenés à rechercher un procédé meilleur pour extraire des algues la substance colorable par l'iode.

Il convient de débarrasser d'abord, le plus possible, les algues des mucilages : le traitement par l'eau doit être, à cette fin, renouvelé cinq ou six fois au moins. Pour éviter d'entraîner en même temps la substance colorable, on fut amené à traiter d'une part les fragments de la plante mère, et de l'autre les spores, mises en liberté dans l'eau, et facilement séparables par décantation. Les spores en effet, offrent au solvant une surface de contact énorme, et sont aussi plus riches en matière colorable : celle-ci diffuse plus facilement. Par contre, on a pu, en bien des cas, soumettre les fragments de thalle à de nombreux épuisements — même à 120° pendant une heure — sans en tirer autre chose que des mucilages non colorables.

Occupons-nous d'abord de ces fragments, très appauvris maintenant en matière gommeuse.

IV. — EXTRAITS ALCALINS DES ALGUES HACHÉES

Le contenu de la plupart des cellules se colorant en brun foncé par l'iode, on s'est proposé de retirer le glycogène, au moyen de la potasse diluée, comme l'indique Errera. 850 grammes de *Lemanea* humides (poids après épuisement à l'eau), furent triturés au mortier et traités par 3 litres de lessive de potasse à 1 %, au bain-marie bouillant pendant 30 minutes. La liqueur brun foncé est ensuite décantée, concentrée à 150 cm^3; on ajoute alors un volume d'alcool à 90. Il précipite une matière jaunâtre, fibreuse, élastique, facile à rassembler. On filtre; la solution entraîne les matières colorantes ainsi que des substances azotées (celles-ci floculent en abondance par acidification).

Le précipité est débarrassé par lavage à l'alcool de l'excès d'alcali; séché, il pèse 4 gr. 5. Toutes choses égales, mais en employant l'eau pure au lieu de la potasse, le même poids d'algues livre seulement 0 gr. 83 d'extrait sec. L'eau pure dissolvait surtout la gelée issue des spores et qui remplissait la lumière des filaments de l'algue. Après action de l'alcali, on peut constater, au microscope, que les membranes de la plante mère elle-même sont partiellement dissoutes; les thalles sont devenus d'ailleurs très visqueux. Nul doute que la substance

extraite dans ces conditions représente, pour la plus grande part, des constituants gélifiés de la membrane.

Cette substance se dissout dans l'eau en une liqueur jaune rougeâtre, fluide à chaud, se prenant en gelée par refroidissement. Elle flocule par la baryte, l'extrait de Saturne, l'acide phosphotungstique; le réactif iodo-mercurique et la liqueur de FEHLING sont sans effet.

Sous l'action de l'eau iodée, la solution prend très nettement une teinte cuivrée ou violacée. L'action, quasi instantanée, d'une trace de poudre de pancréas, suffit à anéantir cette réaction, et d'une façon définitive. La présence du glycogène est donc probable; mais il est certain que la proportion de ce glucide est infime, dans une masse de gomme. L'action de la diastase, en effet, ne livre pas de réducteur en quantité appréciable, et les autres propriétés du mélange sont bien éloignées de celles du glycogène.

Le signe optique se manifeste encore dans des solutions assez diluées pour être lisibles au polarimètre ; elles sont nettement *lévogyres.*

Voici la marche d'une hydrolyse par les acides (SO^4H^2 2 % à 100°). On a filtré dès que possible, pour séparer les grumeaux insolubles et permettre l'examen optique.

Temps	Déviation	Réducteur % en glucose	[α]
8 m.	— 1°40′		
30 m.	— 1°		
1 h. 30 m.	+ 8′		
2 h.	+ 16′	1,50	
2 h. 30 m.	+ 20′	1,60	
3 h.	+ 20′	1,60	10

La courbe des variations du pouvoir rotatoire montre qu'il doit initialement dépasser un peu — 60, en valeur absolue.

Contrairement au cas des gommes étudiées jusqu'ici, il est facile cette fois de caractériser certains des produits d'hydrolyse, au moyen de la phénylhydrazine. Nous avons identifié par leur osazone le *galactose* et l'*arabinose*. La proportion de ces sucres semble dépendre des conditions de traitement des algues.

On n'a pu fixer encore la nature des corps, sans doute lévogyres, qui abaissent à + 10 le pouvoir rotatoire global des produits d'hydrolyse.

A côté de la galacto-arabane, le glycogène, avons nous dit, ne semble exister qu'en proportion infime ; on n'en peut douter, puisque l'hydrolysat est trop pauvre en glucose pour fournir l'osazone de ce sucre.

Après le premier traitement par la potasse, on en a pratiqué successivement trois autres sur les mêmes algues, la concentration de l'alcali étant de 5 % et enfin de 20 %. Les produits obtenus furent analogues au premier, colorables par l'iode, très lévogyres ; après hydrolyse, les pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$ étaient respectivement 20, 23, 16.

Les tissus des algues sont alors profondément dissociés, mais la presque totalité du « glycogène » demeure incluse dans les cellules. Il est donc nécessaire de dilacérer celles-ci pour en extraire le contenu si peu diffusible. Les spores séparées se présentent, pour cette opération, comme le matériel de choix : le squelette tissulaire y est moindre et le glycogène plus abondant que dans les fragments de thalle que nous avons étudiés jusqu'ici.

V. — LE GLYCOGENE

Au cours de l'épuisement aqueux de plusieurs kilos de *Lemanea,* on a pu recueillir 60 grammes (poids sec) de spores presque pures, échappées des fragments de l'algue. Nous les avions écartées, en vue de l'extraction sélective des mucilages : les spores en effet, par ébullition prolongée dans l'eau pure, fournissent un extrait nettement colorable par l'iode. Cette liqueur cependant est pauvre en substance sèche ; le glycogène ne peut être extrait en quantité suffisante pour l'analyse si l'on ne brise d'abord les épaisses membranes qui s'opposent à sa diffusion.

Les spores délayées dans un peu d'eau forment une bouillie jaunâtre ; on y incorpore du sable siliceux ; la pâte obtenue est étalée en couche mince et mise à sécher vers 50°. Devenue pulvérulente, la substance est longuement broyée au mortier de porcelaine : il est préférable d'opérer à chaud, les spores étant alors plus cassantes. On suit au microscope les progrès du traitement, qui reste assez imparfait. On parvient cependant à briser un certain nombre de spores : leur contenu granuleux se dissocie, mais se dissout très mal dans l'eau froide.

La poudre obtenue, très fine et d'un blanc grisâtre, est agitée d'abord au contact d'un litre d'alcool à 70° bouillant, qui entraîne, à

peu près uniquement, une quantité appréciable de matière grasse. La majeure partie du sable peut être éliminée au cours de ce traitement. On délaye ensuite la poudre de spores dans un litre d'une solution de potasse à 5 % ; on fait bouillir pendant trois quarts d'heure en remuant constamment; de temps en temps on compense l'évaporation en ajoutant de l'eau chaude. Le milieu devient brun-noir et très visqueux.

Après refroidissement, le liquide est séparé par centrifugation ; on agite la pâte restante dans un litre d'eau bouillante, pendant trente minutes; ce second extrait est concentré à consistance visqueuse et joint au premier, et l'ensemble est additionné d'un volume d'alcool à 85 : il se produit un précipité abondant, d'aspect spongieux.

Le précipité est retenu sur un linge, essoré, lavé à fond à l'alcool faible tiède, séché vers 50°. Il est grumeleux, grisâtre: il pèse 10 grammes. Dans l'eau, il se dissout presque entièrement; la solution est visqueuse, trouble, précipite abondamment par les déféquants ordinaires ; elle se colore sous l'action de l'iode en brun violacé très intense; elle n'est pas réductrice. En diluant, et après filtration, on peut l'examiner au polarimètre. On a pu lire, sous 1 décim. d'épaisseur, la déviation

$$\alpha = +56'$$

Pour cette liqueur, la concentration, évaluée d'après le poids de réducteur libéré, exprimé en glucose, après hydrolyse complète, était de 0,883 p 100. D'où le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +105$. Il est donc très inférieur à celui du glycogène (environ 200).

Les caractères de l'hydrolyse sous l'action des acides ont été observés à partir d'une solution plus concentrée, illisible au début. 0 gr. 285 de substance sèche furent dissous dans 20 cm³ d'acide sulfurique à 2 %, et mis au bain-marie à 100°. On filtra dès que possible.

Temps	Déviation	Réducteur % en glucose	[α]
6 m.	+ 2°20′		
1 h.	1°50′		
1 h. 30 m.	1°30′		
2 h.	1°16′		
2 h. 30 m.	1° 5′		
3 h.	1° 3′	1,26	41-42
3 h. 30 m.	1° 3′	1,24	

Si l'on exprime en glucose le réducteur libéré, le rendement pondéral est de 88 %.

La durée de l'hydrolyse est sensiblement la même que celle d'une solution de glycogène à concentration voisine; la réaction à l'iode persiste comme dans ce cas 20 minutes environ.

L'ensemble de ces résultats paraît se rapporter à un mélange de glycogène et de gomme lévogyre. Nous avons essayé un fractionnement, au moyen de l'alcool, par précipitation ou extraction ménagées, et par défécation partielle à l'acétate de plomb : ces procédés sont inefficaces. Par crainte de souiller de sels le peu de matière dont nous disposions, nous n'avons pas cru devoir employer le procédé d'adsorption partielle préconisé par Clautriau [49], et repris par Harden et Yung (1).

Il fallait donc renoncer à préparer le glycogène lui-même à l'état de pureté. L'on s'est borné à caractériser ses produits d'hydrolyse sous l'action de l'amylase. La poudre fermentaire employée est la Pancréatine Choay : son pouvoir amylolytique est considérable; elle ne s'attaque pas aux gommes de *Lemanea*, non plus qu'à la gélose commerciale colorable par l'iode; enfin et surtout elle n'est pas réductrice.

L'extrait de spores, dissous dans 500 cm³ d'eau (pH = 7) est additionné d'un peu de Pancréatine (0 gr. 3). En quelques minutes, à la température ordinaire, la réaction colorée s'atténue et disparaît. Bientôt la liqueur montre un pouvoir réducteur très net, qui n'augmente pour ainsi dire plus après un séjour d'une quinzaine d'heures à 50°. L'opalescence persiste, du fait des impuretés.

On concentre alors sous pression réduite jusqu'à consistance épaisse, et on précipite par 2 vol. d'alcool à 90. Le floculat volumineux est exprimé dans un linge et épuisé par l'alcool à 80 bouillant. On réunit les liqueurs réductrices ; on évapore l'alcool, reprend par l'eau, défèque au moyen de l'acide phosphotungstique. La liqueur obtenue, légèrement jaunâtre, possède les caractères suivants :

Déviation (sous 1 décimètre)	Réducteur % en glucose	[α]
+ 8°6′	5,33	151

Son volume est de 60 cm³. Elle contient une petite quantité de

(1) Harden (A.) et Yung (W.-J.) — Glycogen from Yeast. *Journ. Of. Chem. Soc; 81*, 1902, p. 1224,

chlorures, qu'on élimine grâce à la zéolithe argentique, avant de poursuivre l'analyse.

La plus grande partie de la liqueur est ensuite traitée au bain-marie bouillant par l'acide sulfurique à 2 %. La déviation diminue et le pouvoir réducteur augmente, comme l'indique le tableau ci-dessous:

Temps	Déviation	Réducteur % en glucose	[α]
0	+ 5°30′	3,64	
2 h. 30 m.	2°24′	»	
2 h. 45 m.	2°22′	4,30	
3 h.	2°20′	4,34	53

Avec le reste de la liqueur on a pu constater qu'une hydrolyse analogue est obtenue, en trois jours, à 37°, sous l'action de la poudre de *Mucor*, riche en maltase; elle s'accomplit également, mais avec grande lenteur, en présence d'une forte quantité de poudre de pancréas.

L'hydrolysat sulfurique fut neutralisé par la baryte et concentré sous vide. On obtint un sirop sucré qui, dès le lendemain, commençait à cristalliser.

La solution fraîche de ces cristaux présente la mutarotation; le pouvoir rotatoire diminue pour se fixer à + 52; on obtient avec la plus grande facilité une osazone insoluble dans l'eau chaude et dans l'alcool méthylique, fondant, au bloc Maquenne, à la même température que la glucosazone. Le sucre obtenu cristallisé est donc, évidemment, du *glucose*.

Ainsi, il existe bien, dans les *Lemanea*, une substance glycogénique, au sens étymologique du mot ; là d'ailleurs se borne ce que nous en pouvons dire : pour en préciser les propriétés, il faudra l'obtenir à l'état pur, ce qui présente de grandes difficultés. La coloration brune qui prend naissance sous l'action de l'iode, justifie cependant l'appellation de glycogène départie à ce polyoside.

Rappelons que le pouvoir rotatoire du mélange de glycogène et de matières gommeuses était de + 105. Celui du glycogène sera connu par différence si l'on détermine l'activité optique des gommes respectées par l'amylase. Précipitées par l'alcool, elles se redissolvent dans l'eau en une liqueur opalescente, lévogyre, dont l'étude est malheureusement pénible. Le pouvoir rotatoire est voisin de — 55-56, et

passe à + 8 ou + 9 après hydrolyse au moyen des acides. Ces données admises, on obtiendrait pour le glycogène $[\alpha]_D = +162$. L'imprécision des lectures polarimétriques relatives aux gommes entache probablement ce résultat d'une erreur importante et lui laisse la seule valeur d'une indication assez vague (1).

CONCLUSIONS

Au cours de ce chapitre, nous avons reconnu, dans les *Lemanea,* la présence de plusieurs gommes et de glycogène. La composition des *Sacheria* est très analogue : le glycogène y est certain, et les gommes paraissent voisines dans les deux espèces.

La nature de ces gommes nous est encore très incomplètement connue. Il s'agit d'un mélange complexe comportant des éléments *dextrogyres,* et des substances déféquant difficilement par l'acide phosphotungstique. Sous ce rapport, le Lémanéacées diffèrent beaucoup des *Rhodymenia,* où la matière gommeuse consiste avant tout en gélose, fortement lévogyre, très soluble dans l'eau pure.

Le glycogène n'a pas été préparé à l'état de pureté, mais caractérisé en toute certitude par la saccharification sous l'influence de l'amylase, qui donne naissance au glucose. La conclusion de Errera, légitimement mise en doute, peut être maintenant reprise, appuyée sur des preuves certaines. La nécessité de ces preuves est manifeste; elle apparaîtra plus grande encore dans la suite, lorsque nous aurons étudié les *Bangia.*

L'examen au microscope montre l'abondance du glycogène dans les thalles de *Lemanea* à maturité. Un dosage, même approximatif, est impossible, vu les difficultés de l'extraction.

Considérons : un *Lemanea;* — une Floridée riche en amidon (*Polyides rotundus*) ; — une Floridée dépourvue d'amidon (*Rhodymenia palmata*). Il est intéressant de comparer les premiers moments de l'hydrolyse sulfurique portant sur des thalles entiers de ces trois plantes, dessucrés par l'alcool. On se reportera, à ce sujet, au travail de Guéguen [50, p. 57], à qui nous empruntons les chiffres relatifs aux deux dernières espèces. Les déviations observées sont les suivantes :

(1) En admettant l'exactitude des chiffres trouvés, le mélange extrait des spores contenait environ 73 % de glycogène et 23 0/0 de matières gommeuses.

Temps d'hydrolyse	*Lemanea nodosa* (1)	*Polyides rotundus* (2)	*Rhodymenia palmata* (2)
5 m. env.	— 28'	+ 1° 5'	— 6'
25 m. —	+ 48'	+ 10'	— 1°10'
1 h.	+ 42'		
1 h. 30 m.	+ 40'		

Au début de l'hydrolyse, la liqueur de *Lemanea,* visqueuse, se prend en gelée par refroidissement et se colore en violet par l'iode ; ces deux caractères disparaissent après 15 minutes. Les matières gommeuses lévogyres se dissolvent en quantité suffisante et assez rapidement pour imposer leur signe optique au milieu.

Les dextrines, colorables en rouge par l'iode, dominent au contraire dans le *Polyides.* L'hydrolysat de *Rhodymenia* ne se colore pas ; la gélose, qui se dissout progressivement, le rend de plus en plus lévogyre.

Cette comparaison globale est très suggestive ; mais, comme les principes non amylacés doivent différer beaucoup d'un cas à l'autre, on n'en peut tirer d'indication quantitative.

Une comparaison du même ordre met en évidence l'enrichissement saisonnier en glycogène, dans les *Sacheria.* On hydrolyse (après épuisement par l'alcool, bien entendu) des algues récoltées au début d'avril, non sporulées, et dont les tissus ne brunissent pas par l'iode, — et d'autre part des algues de même espèce, récoltées fin mai, en pleine sporulation.

Sacheria fucina

8 gr de thalles secs pour 100 cm_3 SO^4H^2 2 %, 100°

	18 avril		21 mai	
Temps	Déviation	Réducteur %	Déviation	Réducteur %
5 m.	— 1° 50'	»	— 56'	»
30 m.	— 1° 42'	0,70	0	1,15
1 h.	— 1° 48'	1,60	+ 40'	2,20
1 h. 30 m.	»	»	+ 40'	2,60
2 h.	— 1° 36'	2,00	+ 56'	2,80

(1) Récolté en août, 10 gr. de thalles secs pour 100 cm^3 SO^4 H^2 2 %, 100°.
(2) 5 gr. de thalles secs pour 60 cm^3 SO^4 H^2 5 %, 100°.

L'hydrolysat des algues de mai est encore lévogyre au début, mais moitié moins que celui d'avril, les dextrines, après une demi-heure, compensant la déviation à gauche due aux matières gommeuses.

La présence du glycogène dans les *Lemanea* est en bon accord avec certaines particularités que nous avons relevées dans les précédents chapitres. Ainsi l'on s'explique la pauvreté relative de ces algues en sucres solubles, bien plus abondants dans les *Rhodymenia*. Chez ces dernières, le floridoside constitue seul les réserves glucidiques; dans les *Lemanea*, les sucres à petite molécule ne forment qu'une partie de ces réserves : le reste est représenté par du glycogène.

Un tel balancement entre deux catégories de glucides est manifeste chez les Floridées marines qui contiennent de l'amidon. H. Colin et E. Guéguen [51] viennent de le montrer à propos de *Furcellaria fastigiata* : pour cette algue, la teneur en floridoside est du même ordre que pour *Lemanea*.

Notons enfin que les *Lemanea* offrent un exemple nouveau de l'association du glycogène avec le tréhalose, d'ailleurs banale chez les Champignons. Retenons simplement le fait, puisque l'heure n'est pas encore venue d'en pouvoir juger le sens physiologique.

VI. — L'AUTOLYSE

On a vu qu'il n'apparaît ni sucres réducteurs, ni mannitol au cours de la dessication des *Lemanea*, à la température ordinaire. Mais quand on pratique l'autolyse, plaçant, aussitôt après la récolte, les algues dans l'eau pure sous toluol, plusieurs principes glucidiques sont hydrolysés, et le milieu devient fortement réducteur.

Ainsi 250 gr. de *Lemanea nodosa*, récoltés en août et mis à l'autolyse pendant un an et demi, ont fourni un extrait réducteur dont la teneu, évaluée en glucose et sous le volume de 250 cm³ était de 3,57 %. (16 % du poids des algues sèches).

Après défécation complète, au moyen de l'acétate basique de plomb ou de l'acide phosphotungstique, cette liqueur s'est montrée dextrogyre, le pouvoir rotatoire spécifique étant égal à 16 17. Purifié

et additionné d'acétate de phénylhydrazine, le produit ne fournit pas d'hydrazone ; à chaud, on obtient des osazones que nous n'avons pu déterminer faute d'une quantité suffisante de matière : si l'on s'en tient à l'examen des formes, l'arabinosazone, au moins, paraît certaine. — Le produit ne semble pas contenir d'acides uroniques ; nous n'avons pu y déceler de mannitol, ni par l'acide arsénieux, ni par cristallisation de l'alcool absolu. — Sous l'action de l'acide sulfurique, à chaud, la quantité de réducteur augmente de 1/5e environ et $[\alpha]_D$ prend la valeur $+ 25$.

Ainsi le floridoside et le tréhalose ont été hydrolysés complètement, et la gomme en grande partie ; un corps lévogyre, déféquant mal, a seul résisté aux ferments.

Les gaines mucilagineuses des spores n'ont d'ailleurs subi qu'un commencement de dissolution : elles restent très évidentes à l'examen microscopique, grâce à leur réfrigérence. Le contenu des cellules est demeuré fortement colorable en brun par l'iode.

CHAPITRE CINQUIEME

LES GLUCIDES DE THOREA RAMOSISSIMA

I. — LES CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES *THOREA*

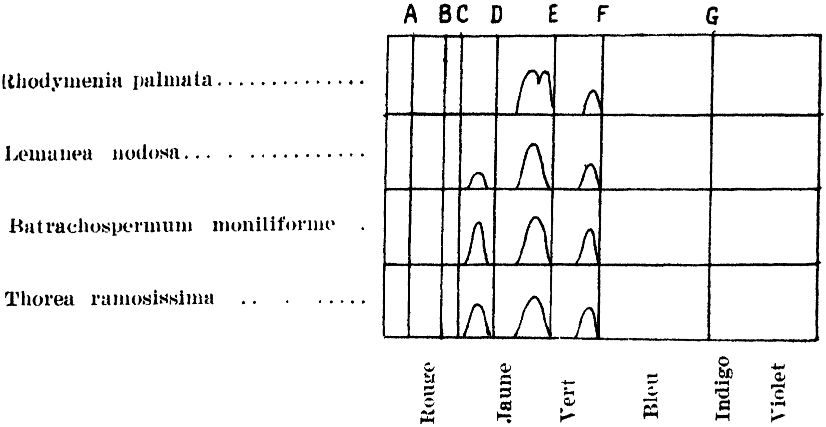
Ce genre comprend une seule espèce nettement définie : *Thorea ramosissima,* Bory. Signalée en d'assez nombreuses stations, elle ne s'y montre qu'irrégulièrement ; c'est en vain que nous l'avons cherchée dans la Seine, aux places citées par les auteurs. Nous avons pu enfin trouver dans l'Adour une quantité de matériel suffisante pour une première analyse : 220 grammes d'algues fraîches. Nous devons cette récolte aux indications de M. le Professeur Allorge, à qui nous renouvelons nos sincères remerciements.

La plante est décrite par G. Hamel dans « Les Floridées de France » (*Revue Algologique,* II, p. 307, 1925) ; on pourra aussi se reporter aux articles de Schmitz [52], et de Möbius [53], et à la monographie de Schmidle [54] (avec figures).

Nous donnons ci-contre une planche de dessins d'après nature. (Pl. 2). On y voit l'algue entière, dont le port est caractéristique, et bien rendu par le terme de « ramosissima ». Les échantillons, récoltés au début d'août, ne dépassaient guère 40 cm., taille modeste pour l'espèce, qui atteint 1 mètre. Fixés à la coque d'une péniche, ils ondulaient au fil de l'eau. Leur couleur va de l'olivâtre au violacé ; le pigment rouge, abondant, diffuse avec facilité quelques instants après la cueillette. On a pu en examiner le spectre d'absorption, et retrouver les résultats de Schmidle, qui le décrivit le premier.

Il nous semble intéressant, à cette occasion, de rapprocher en un tableau les observations spectrales que nous avons faites sur le pigment rouge des Floridées d'eau douce. A vrai dire, celles-ci seraient mieux nommées Algues violettes : la solution aqueuse de leur pigment complémentaire est nettement violacée, différant de la liqueur rose

franc, obtenue à partir d'un *Rhodymenia* par exemple. Les spectres accusent cette différence.

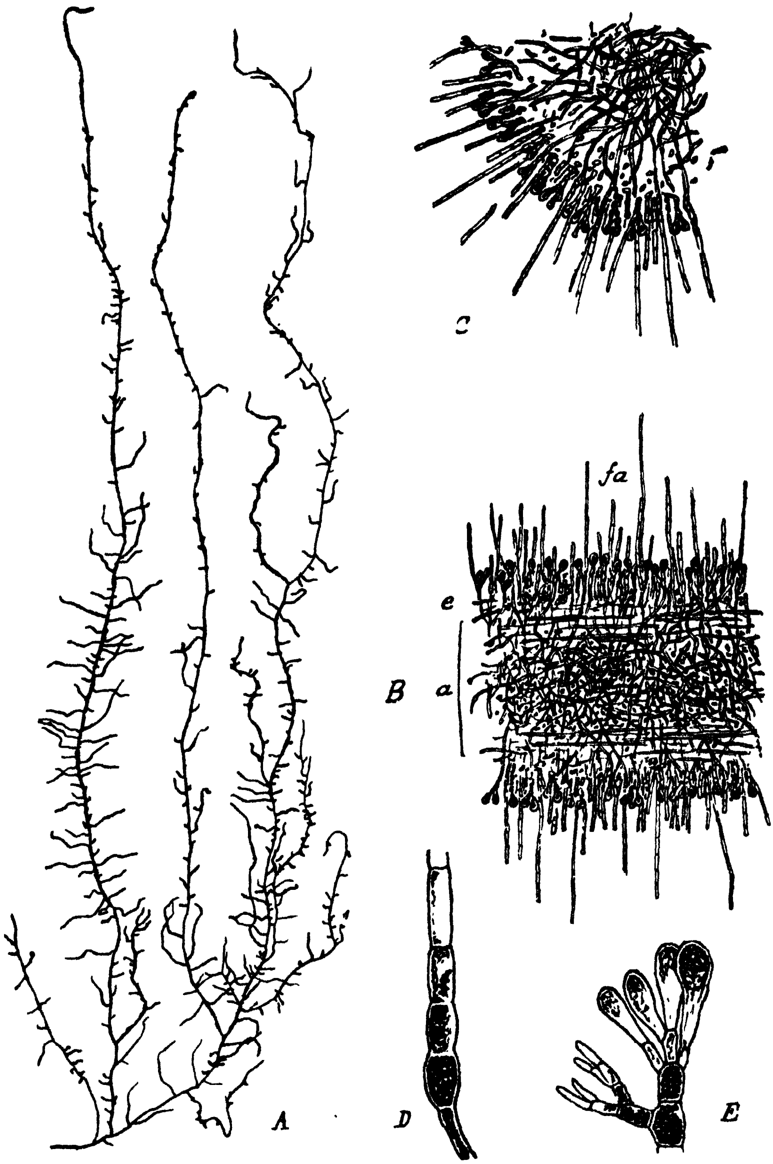


Chez les *Rhodymenia*, la phycoérythrine est seule présente. Dans le cas des *Lemanea* et *Batrachospermum*, les travaux de KYLIN [55] permettent de rapporter à la phycocyanine la bande située entre les raies C et D. En raison de la similitude des spectres, la coexistence des pigments bleu et rouge paraît évidente aussi dans le cas des *Thorea*. La présence de phycocyanine n'est d'ailleurs pas en rapport direct avec l'habitat dulçaquicole : plusieurs Rhodophycées marines en contiennent.

A l'œil nu, et mieux à un faible grossissement, la surface des *Thorea* apparaît couverte d'une épaisse chevelure, constituée de poils longs et fins, très fragiles ; leurs cellules fortement pigmentées ont un rôle surtout assimilateur. Quelques-uns sont figurés dans les coupes transversale et longitudinale d'un rameau, et la base d'un filament est représentée à part, plus grossie (Pl. 2, fig. B, C, D).

L'écorce de l'algue, qui donne naissance aux filaments assimilateurs, est aussi un tissu sporifère. On distingue sur les coupes de nombreuses spores pyriformes (quelques-unes sont représentées à part) ; il ne s'agit pas, croit-on, de carpospores ; malgré les observations de SCHMIDLE, la sexualité est encore mal connue. L'axe du rameau est formé de filaments enchevêtrés en tous sens ; vers la périphérie, sous l'écorce, un certain nombre de ces filaments ont une course longitudinale.

RHODOPHYCÉES D'EAU DOUCE Pl. II.



Thorea ramosissima Bory.

A. Algue entière (réduit de moitié). — B. Coupe longitudinale (Gr. 50 D.) — *fa.*, filaments assimilateurs. — *e.*, écorce (remarquer les spores pyriformes). — *a.*, axe. — C. Coupe transversale (fragment). — D. Base d'un filament assimilateur. — E. Extrémité d'un filament cortical porteur d'un groupe de spores à divers degrés de développement. Dans ces deux dernières figures, on a indiqué en noir le contenu cellulaire colorable par l'iode. (Gr. 500 D.).

Les auteurs signalent, et nous l'avons vérifié, que les membranes cellulaires se colorent en bleu sous l'action du chlorure de zinc iodé. Cette réaction manifeste vraisemblablement (1) en elles un fonds cellulosique. Ici, comme dans le cas de *Lemanea,* il faut user d'un réactif très concentré en chlorure de zinc, ou mieux tremper les coupes un instant dans l'acide sulfurique concentré, et les porter ensuite dans l'eau iodée. Cette difficulté pour obtenir le bleuissement est due, croyons-nous, à l'abondance de la matière gommeuse qui imprègne les membranes : dans le cas de *Thorea,* elle donne une grande consistance au faux tissu formé des filaments enchevêtrés.

Quant au contenu cellulaire, surtout celui des spores, il prend dans une goutte d'eau iodée une coloration brun violacé intense. La substance mise ainsi en évidence forme des amas granuleux, réfringents mal délimités: nous avons rapporté plus haut (cf. p. 8) l'opinion de Möbius et de Schmitz, qui en ont fait une espèce d'amidon. Au premier examen, elle rappelle beaucoup le glycogène des *Lemanea,* et l'analyse chimique confirmera ce rapprochement.

II. — LES SUCRES SOLUBLES DANS L'ALCOOL

Sitôt la récolte, les algues égouttées ont été fixées dans l'alcool fort qui prend une teinte vert intense. On décante, on évapore l'alcool, on défèque par addition d'acétate basique de plomb, et non d'acide phosphotungstique, qui donne de mauvais résultats; l'excès de réactif est éliminé au moyen de l'acide sulfurique. La solution obtenue, ramenée à 220 cm^3, est dextrogyre :

$$\alpha = +43'.$$

On en prélève 2 cm^3 qui sont additionnés d'un peu de liqueur de Fehling. A l'ébullition, il se produit un précipité floconneux blanc, qui ne rassemble que des traces infimes d'oxydule : il n'existe pas de sucre réducteur libre.

On n'en trouve pas non plus après un séjour prolongé de l'extrait en présence de sucrase, ce qui indique l'absence de saccharose.

(1) Le bleuissement sous l'action du chlorure de zinc iodé n'est pas, il s'en faut, une réaction spécifique de la cellulose : on l'obtient aussi bien à partir de cendres végétales, de CO^3K^2, $CO^3(Am)^2$, etc... (Molisch, cité d'après Czurda [59]).

Une partie de la liqueur est ensuite concentrée et soumise à l'hydrolyse sulfurique (2 % d'acide ; température 100°). Il est malheureusement nécessaire de décolorer le milieu au noir, après 30 minutes, pour pouvoir lire la déviation, d'où quelque imprécision des résultats.

Temps	Déviation (sous 1 dem. d'épaisseur)	Réducteur % (en galactose)	$[\alpha]_D$
0	+ 1°40′		
1 h.	54′		
1 h. 30 m.	44′	0,70	
2 h. 30 m.	42′	0,76	
3 h. 30 m.	42′	0,76	92

Un chauffage plus prolongé, même à 120°, pendant 20 minutes, ne modifie pas ces résultats.

Le reste de l'extrait de *Thorea* fut additionné de 1/5e en volume d'autolysat de levure basse et abandonné à neutralité et à 37°. Il se produit une hydrolyse :

Temps (en jours)	Déviation	Réducteur % (en galactose)	$[\alpha]_D$
0	+ 2°40′	traces	
2	1°38′		
5	1°22′		
7	1°20′		
14	1°10′		
16	1°12′	0,33	90

Après ce temps, on dilue de moitié, en maintenant constante la concentration en autolysat : Quatre jours plus tard, aucun changement n'est survenu : on en peut conclure que l'attaque est terminée.

Que signifient ces résultats ? Rapprochés de ce qu'on observe chez les *Lemanea,* ils conduisent à penser que le floridoside existe aussi chez les *Thorea.* Ce principe ne semble pas se trouver seul dans les liqueurs analysées : un autre corps paraît apporter des produits d'hydrolyse dextogyres.

Ces données sont d'ailleurs les seules que nous puissions présenter à ce jour. Des récoltes plus abondantes permettront de préparer des extraits purifiés et de fixer avec certitude la nature des glucides dextrogyres de *Thorea.*

III. — LA GOMME

Séparées de l'alcool de fixation, les algues ont été reprises quatre fois par l'alcool fort, à chaud, en vue de les dépouiller complètement des sucres à petite molécule (1). Elles furent séchées ensuite à la température ordinaire (leur poids était alors de 28 grammes), puis traitées par 700 cm^3 d'eau, au bain-marie bouillant, pendant 15 minutes environ, à quatre reprises. Les algues prennent une consistance très visqueuse : la gomme, qui unissait les filaments de leurs faux tissus, se gonfle et passe en solution dans l'eau chaude. On décante, on filtre, on concentre l'extrait.

La substance desséchée se présente en paillettes jaunâtres, hygroscopiques, auxquelles l'iode ne communique pas de coloration particulière. Elle précipite par l'alcool des solutions assez concentrées ; elle coagule en présence d'acétate basique de plomb, même en milieu très étendu ; l'acétate neutre est beaucoup moins actif ; elle ne réduit pas la liqueur de FEHLING, mais il se produit un floculat ; la baryte provoque aussi la floculation, mais non pas la soude.

En dépit de filtrations répétées, il est très difficile de déterminer les propriétés optiques des solutions de la gomme elle-même. Les données ci-dessous, relatives à son hydrolyse, montrent qu'elle est lévogyre, $[\alpha]_D$ dépassant, en valeur absolue, — 116.

L'hydrolyse est effectuée par l'acide sulfurique à 2 %, à 100°.

Temps	Déviation	Réducteur	$[\alpha]_D$
15 m.	— 1° 5′	0	
30 m.	— 54′	traces	
1 h.	— 34′	traces	
2 h.	— 16′	nettement réducteur	
3 h. 30 m.	0		
4 h. 30 m.	+ 12′	0,47	21
5 h. 30 m.	+ 12′	(en glucose)	(environ)

(1) En ajoutant à la déviation du premier extrait les déviations polarimétriques résiduelles (lues après défécation au plomb), on obtient au total $\alpha = + 58'$, pour la liqueur dont le volume en cc est égal au poids des algues en grammes. Au mois d'août, la teneur des *Thorea* en sucres solubles apparaît donc faible, comparée à celle des *Lemanea*.

Un temps de chauffe plus considérable, même à 120°, ne modifie pas ces résultats.

L'hydrolysat est alors neutralisé exactement par le carbonate de baryum ; on filtre ; le pouvoir rotatoire spécifique, déterminé à nouveau, est égal à + 14.

La liqueur est desséchée sous le vide, et la substance sèche épuisée par l'alcool très fort. On distille l'extrait, on reprend par un peu d'eau. La solution obtenue, dépourvue de baryum, est additionnée d'acide acétique et de phénylhydrazine. La précipitation d'une hydrazone en forme d'oursins commence presque aussitôt. Le précipité recueilli est lavé au benzène, et redissous dans l'eau bouillante. De la solution, filtrée à chaud, l'hydrazone cristallise par refroidissement. La forme des sphéro-cristaux et le point de fusion ne permettent aucun doute sur leur nature : il s'agit de la mannosehydrazone.

La gomme de *Thorea* est donc un mannoside. C'est dire qu'elle diffère beaucoup des gommes rencontrées jusqu'ici chez les Algues. On pourrait peut-être la rapprocher des mucilages lévogyres, à base de mannose, qui donnent aux tissus de certaines Monocotylédones (bulbes de Lis...) une grande viscosité (1).

IV. — LE GLYCOGÈNE

Les traitements précédents ont laissé dans les algues une quantité importante de gomme, qu'il est très difficile d'extraire par l'eau chaude. La potasse diluée ne la dissout guère mieux, et solubilise en même temps une certaine quantité de substance colorable par l'iode. Renonçant donc à poursuivre l'épuisement sélectif de la gomme, on a cherché à extraire le plus possible de substance colorable.

Les algues, mélangées de sable, puis séchées, sont pulvérisées au mortier ; la poudre est traitée, pendant 45 minutes, à l'ébullition, par 750 cm³ de potasse à 1 %. On décante, et le dépôt lui-même est centrifugé, afin d'éviter toute perte de liqueur.

Celle-ci précipite abondamment par addition d'acide chlorhydrique en léger excès. Après filtration du floculat, formé surtout de matières azotées, on peut constater que le milieu est lévogyre (— 16') ;

(1) Cf. J. Parkin. — On a reserve carbohydrate, which produces mannose, from the bulb of *Lilium*. — *Proceed. of Cambridge Philos. Soc.* 11, 2, 1901, p. 139

il se colore en violet intense en présence d'iode. Nous allons montrer qu'il s'agit d'un mélange de glycogène et de gomme, celle-ci étant assez abondante pour imposer son signe optique.

On concentre la liqueur (en milieu neutre), à 40 cm³, et l'on ajoute un volume d'alcool absolu. Le précipité, lavé et séché, pèse environ 0 gr. 5. On le dissout dans l'eau chaude, et la solution est additionnée d'un peu de poudre de pancréas. La réaction de coloration en présence d'iode est abolie en quelques instants et définitivement. Après abandon de quelques heures à 50°, on précipite par affusion d'alcool les substances inattaquées. On filtre : la liqueur est distillée, puis déféquée par l'acide phosphotungstique. Elle est nettement dextrogyre (+ 55′) et réductrice.

L'hydrolyse est ensuite continuée sous l'action de l'acide sulfurique, avec les résultats suivants :

Temps	Déviation	Réducteur % (en glucose)	$[\alpha]_D$
0	+ 55′		
1 h.	34′		
2 h.	20′	0,32	53

Nous avions trop peu de liqueur (12 cm³) pour préparer une osazone. On ne pouvait douter cependant que le produit de l'hydrolyse fût du glucose. Ici, comme dans le cas de *Lemanea*, l'amylase a bien agi sur un corps « glycogènique ».

CONCLUSIONS

On peut affirmer la présence dans les *Thorea* :

1° d'une gomme lévogyre, très visqueuse, à base de mannose;

2° de glycogène.

Au sujet des sucres à petite molécule, notons l'absence de réducteur libre et de saccharose. Quant à la nature du produit dextrogyre, il faut être réservé, bien que la présence du floridoside soit très vraisemblable.

CHAPITRE SIXIEME

ETUDE SOMMAIRE DU BANGIA ATROPURPUREA

I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Cette algue est assez fréquente, fixée aux roches, dans les eaux calcaires ; on la trouve surtout sur les pierres des cascades peu abondantes (fontaines publiques par exemple), ou tapissant des parois ruisselantes. Ce dernier gîte est le plus propice aux récoltes : on a chance d'y trouver l'algue pure, formant parfois un rideau continu, rouge foncé, qu'on arrache facilement. Les stations assez riches pour satisfaire le chimiste restent cependant l'exception ; tels furent pour nous les suintements d'eau douce dans les falaises calcaires littorales de Port-en-Bessin.

La plante ne se distingue pas morphologiquement de *Bangia fuscopurpurea*, l'espèce marine que les cytologues ont étudiée plus volontiers ; on l'en sépare en raison de l'absence des *Bangia* dans les eaux saumâtres. Les filaments jeunes sont formés de cellules en une seule file, à membranes très épaisses, imperforées. Ces membranes fixent la safranine et le rouge de ruthénium ; elles restent incolores dans le chlorure de zinc iodé, ou par traitement à l'acide sulfurique et à l'iode ; elles demeurent intactes dans la liqueur de SCHWEITZER. Les cellules voisines de la base, dans chaque filament, émettent un prolongement qui, sur une certaine longueur, court dans l'épaisseur des membranes : bientôt il devient libre et forme rhizoïde. Dans les filaments plus âgés, les cellules se divisent par des cloisons radiales assez nombreuses, plus ou moins régulières (Pl. 3, fig. D, E). La reproduction s'effectue par spores directes ou gonidies, qui naissent par quatre, aux dépens d'une cellule mère (fig. C) (1).

L'histologie de *Bangia fuscopurpurea* a fait l'objet d'un étude

(1) On trouvera une description détaillée des *Bangia* dans « Les Floridées de France », par G. HAMEL (Revue Algologique, I, 1924).

ancienne de BERTHOLD [56], reprise récemment par P. DANGEARD [57]. Pour BERTHOLD, les spores neutres accumulent un produit soluble dans l'eau et colorable en brun par l'iode; de plus, les carpospores contiennent de petits grains d'amidon colorables en bleu par le même réactif (matériel conservé dans l'alcool). P. DANGEARD observe aussi deux sortes d'amidon; le premier est l' « amidon floridéen », colorable en brun : « L'abondance de cet amidon est telle que les filaments de *Bangia,* qui sont à la veille de produire des spores neutres ou des carpospores, prennent sous l'action de l'eau iodée une teinte brun rougeâtre très accentuée qui se voit à l'œil nu » (loc. cit. p. 196). La seconde sorte est de l'amidon ordinaire, noircissant par l'iode : « ... cet amidon forme seulement de très petits grains autour du pyrénoïde ou sur le chromatophore; il est très peu abondant et ne s'accumule pas en vue de constituer une réserve dans les spores. Bien au contraire, les spores neutres n'en contiennent habituellement pas, et les carpospores, quand elles en possèdent, n'en ont pas plus que les cellules ordinaires du thalle, par exemple les cellules basales des filaments » (p. 197).

Nous avons pu constater que les filaments de *Bangia atropurpurea,* comme ceux de l'espèce marine, prennent une teinte brune dans l'eau iodée, brun très foncé quand il s'agit de thalles sporulés, ou de régions pourvues de rhizoïdes. Au microscope, le contenu cellulaire présente un fond uniformément teinté par l'iode en jaune cuivré plus ou moins foncé, sur lequel se détachent souvent quelques petits grains plus rouges, ou bien des amas ou tractus irréguliers, noirâtres, abondants surtout dans les cellules à rhizoïdes. La substance colorable en brun ne forme pas ici des masses confusément granuleuses, comme dans *Thorea* et *Lemanea,* mais semble imprégner uniformément le contenu cellulaire, comme en solution dans le cytoplasme. La coloration, brune est d'ailleurs peu solide; elle s'atténue notablement par simple lavage. D'après les données chimiques, il apparaîtra que le corps en question n'est pas de nature amylacée, amidon floridéen ou glycogène, mais bien une substance analogue aux gommes.

Quant aux tractus ou granulations qui se colorent en noirâtre, nous n'avons pu établir leur nature chimique : l'extraction en est pour ainsi dire impossible, à partir d'un poids minime d'algues.

II. — L'EXTRAIT ALCOOLIQUE

110 grammes d'algues fraîches, récoltées fin septembre, furent fixés dans l'alcool bouillant. Le pigment rouge était abondant, mais la chlorophylle, en petite quantité, ne colorait l'extrait qu'en vert pâle (1).

Après évaporation de l'alcool, le résidu aqueux est additionné d'acétate basique de plomb. On filtre le floculat, et l'excès de plomb est éliminé par une goutte d'acide sulfurique. Le volume de la liqueur, L, est 42 cm³; elle est dextrogyre :

$$\alpha = +1°14'.$$

et, si l'on rapporte la déviation au volume de 110 cm³

$$\alpha' = +28'.$$

On prélève 1 cm³ de l'extrait L, qu'on additionne d'un peu de liqueur de Fehling. Il se produit à l'ébullition un précipité floconneux blanc, qui ne ressemble pour ainsi dire pas d'oxydule.

Après plusieurs heures de contact avec la sucrase, il n'est pas apparu de réducteur.

On a ensuite pratiqué l'hydrolyse par l'acide chlorhydrique à 5 % en poids. Voici les résultats :

Temps	Déviation	Réducteur % (en galactose)	$[\alpha]_D$
0	+ 1° 6'	0	
30 m.	26'	0,22	
1 h.	26'	0,22	93
1 h. 30 m.	26'		

Enfin 20 cm³ de la liqueur primitive L ont été neutralisés exactement, additionnés de 2 cm³ d'autolysat de levure basse, et abandonnés à 37°. Il se produit une hydrolyse :

(1) Une certaine quantité d'algues ont été traitées par l'alcool à froid. La liqueur présente, au spectroscope, la même bande d'absortion dans le rouge qu'une solution de chlorophylle de graminée.

Temps (en jours)	Déviation	Réducteur % (en galactose)	$[\alpha]_D$
0	+ 1° 6′		
1	48′		
2	40′		
6	32′		
13	24′		
20	24′	0,24	83

L'ensemble de ces résultats rappelle de très près ce que nous avons observé en étudiant les espèces précédentes : absence de sucre réducteur libre et de saccharose, présence d'un corps destrogyre hydrolysable par les acides et par l'extrait de levure basse. S'agit-il du floridoside ? Nous ne saurions évidemment l'affirmer, avant que des récoltes abondantes n'en aient permis la préparation.

III. — LES EXTRAITS AQUEUX

Les algues, essorées après la fixation, sont épuisées à trois reprises par 700 cm³ d'alcool à 75-80°, ce qui les débarrasse des produits dextrogyres solubles (1).

On les laisse alors macérer dans 700 cm³ d'eau pendant 30 minutes, à 100°, et l'opération est répétée une fois. La liqueur est décantée et filtrée ; après concentration, elle devient visqueuse, et faiblement colorable par l'iode en brun violacé. Quand le volume est réduit à 40 cm³, on ajoute 2 % d'acide sulfurique, et on porte au bain-marie bouillant. Après 5 minutes, on peut filtrer et examiner au polarimètre. Voici la marche de l'hydrolyse :

(1) Le second extrait, après distillation et défécation, est examiné au polarimètre : $\alpha_2 = + 15'$ volume 20cm³
Pour le 3ᵉ extrait, on note : $\alpha_3 = + 3'$ volume 18cm³

Temps	Déviation	Réducteur %	$[\alpha]_D$
5 m.	— 22′		
10 m.	— 20′		
45 m.	0	0	
1 h. 15 m.	0	0,37	
2 h.	+ 10′	0,45	
2 h. 30 m.	+ 10′	0,50	de l'ordre de 16.
3 h.	+ 10′	0,47	

Les algues sont ensuite desséchées, puis coupées aux ciseaux en fragments très menus. On les traite sous cet état par une solution de potasse (à 8 % environ), au bain-marie bouillant pendant près de deux heures. On décante la liqueur brune, et on l'acidule par HCl : il se produit un précipité floconneux grisâtre, consistant surtout en matières azotées, qu'on élimine en filtrant. L'extrait neutralisé est ensuite amené au volume de 40 cm³ : il est alors très visqueux. On ajoute de l'alcool jusqu'à précipitation complète. Le floculat, gris jaunâtre, est séparé et lavé à l'alcool. Séché, il pèse 2 gr. 3 ; redissous dans l'eau, il donne une liqueur visqueuse, colorable en brun rouge par l'iode.

La poudre de pancréas est sans action sur cette liqueur.

Après l'addition du ferment, le brunissement en présence d'iode persiste, même au bout d'un temps très long. Sans doute, la réaction est atténuée, mais il suffit d'un changement d'état physique du milieu pour qu'elle se manifeste avec son intensité première : si par exemple on dessèche quelques gouttes du liquide, puis qu'on humecte avec très peu d'eau iodée, la substance brunit fortement. Nous avions observé des faits analogues en étudiant certaines géloses (cf. page 56).

Si d'ailleurs, après un long séjour à l'étuve, on sépare, par précipitation au moyen de l'alcool, les substances gommeuses inattaquées, la liqueur restante est optiquement inactive et sans pouvoir réducteur ; elle n'est pas modifiée par l'action des acides : on ne peut déceler aucune saccharification. Quant à la gomme précipitée, elle se colore, sous cet état, en brun intense par l'iode ; la teinte disparaît quand on dissout la substance dans un peu d'eau ; cette solution, après concentration ou dessication, est à nouveau colorable. C'est là ce qu'on observe quand la coloration produite par le métalloïde dépend bien plus de l'état de condensation des micelles, que de la nature chimique du corps considéré.

En vue de préciser les caractères de cette gomme, on a dissous

dans 15 cm³ d'eau le floculat souillé d'un peu de diastase. La solution ne peut être étudiée telle quelle, mais un traitement de 5 minutes par l'acide sulfurique à 2 % permet de filtrer et d'examiner au polarimètre. L'hydrolyse est ensuite poussée à son terme et donne les résultats suivants :

Temps	Déviation (sous 1 dcm. d'épaisseur)	Réducteur % (en glucose)	$[\alpha]_D$
5 m.	— 38′		
45 m.	— 12′		
2 h. 30 m.	+ 10′ à 12′	1,15	15 à 17

Si l'on admet que la concentration du réducteur, en fin d'expérience, représente celle de la gomme initiale, on trouve pour cette dernière un pouvoir rotatoire dépassant — 55 (en valeur absolue). Ce chiffre se rapporte à un mélange du produit colorable par l'iode avec les substances constitutives des membranes, incolores en général dans ce réactif, mais partiellement dissoutes dans la potasse.

Ainsi nous n'avons pu trouver, dans les *Bangia*, de substance glycogénique. Il serait téméraire d'affirmer qu'elles en sont dépourvues, étant donné la faible quantité de matériel traité. Cependant il est certain que la coloration brune si frappante, prise par ces algues imbibées d'iode, provient d'un constituant lévogyre analogue aux gommes, sans rapport avec l'amidon floridéen.

Certaines anomalies histochimiques signalées dans les *Bangia* pourraient peut-être trouver ici leur explication, en particulier le fait signalé par P. DANGEARD [58, p. 218] que l' « amidon » de ces algues n'est dissous ni par le formol, ni par le réactif de REGAUD, considérés par MANGENOT [59, p. 206] comme des solvants de l'amidon floridéen.

Quoi qu'il en soit, ces résultats montrent quelle prudence est de rigueur quand il s'agit d'interpréter les effets de l'iode sur le contenu cellulaire.

CHAPITRE SEPTIÈME

ETUDE SOMMAIRE DE BATRACHOSPERMUM MONILIFORME

I. — CARACTERES HISTOCHIMIQUES

La morphologie, le développement, l'histoire nucléaire ont été étudiés dans les Batrachospermes, mais on sait encore fort peu de chose des substances qu'ils élaborent. Ces dernières années pourtant, HAAS et HILL [60] ont abordé l'étude chimique du *Batrachospermum moniliforme*, Roth., en y recherchant les polyols ; le résultat fut d'ailleurs négatif. Cette recherche exceptée, on ne possède sur ces algues que des données histologiques.

La cellulose existe dans les membranes, mais seulement lorsqu'elles ont atteint un certain développement, comme l'ont montré en particulier VON SOLMS LAUBACH [61] et SIRODOT [62]. Si l'on plonge un fragment d'algue fructifiée dans le chlorure de zinc iodé, seul l'axe bleuit, les autres parties prennent une teinte vert pâle ou restent incolores. Il faut employer un réactif très concentré, et essuyer l'algue avant l'essai (par exemple en la promenant sur un fragment de porcelaine) : les Batrachospermes en effet retiennent beaucoup d'eau, à cause de la substance mucilagineuse, du « gélin » caractéristique qui les enrobe (1).

Plusieurs auteurs ont étudié les inclusions cytoplasmiques, en s'adressant le plus souvent au *B. moniliforme*. Lorsqu'on plonge l'algue fructifiée dans la liqueur iodo-iodurée, le brunissement des gonimoblastes est très frappant. Les cellules végétatives prennent aussi une teinte brune, mais beaucoup plus pâle : ces caractères ont été dé-

(1) Le *Chantransia* ne présente pas de gélin. Ses membranes bleuissent dans le chloroiodure de zinc, la teinte devenant seulement plus pâle dans les parties jeunes (SIRODOT). Nous n'avons étudié ici que la phase Batrachosperme.

crits par VON SOLMS LAUBACH. D'après cet auteur, les vacuoles sont très petites dans les cellules jeunes; plus tard elles grandissent et leur contenu tient en suspension de nombreux granules, colorés faiblement en brun par l'iode. Pour SCHMITZ (cité d'après CZURDA [63]), les cellules âgées, dans la même espèce, contiennent des grains amylacés groupés surtout autour du noyau. Selon SCHMIDLE [64], le contenu des spores est analogue à celui des monospores de *Thorea ramosissima*.

SIRODOT [65 p. 167 et suivantes] décrit des globules refringents, inclus d'abord dans le protoplasme, « plus nombreux autour du noyau, qu'ils rendent plus apparent », et dont quelques-uns tombent dans les vacuoles. L'auteur distingue :

1° les globules, petits, sphériques, transparents, très peu nombreux dans chaque cellule (2 à 6), rencontrés dans *B. moniliforme* Roth et *B. testale* Sirdt. Cette description fait songer à des gouttelettes lipidiques.

2° les corpuscules, affectant des formes diverses, et susceptibles d'acquérir des dimensions relativement grandes, translucides, souvent nombreux; l'iode les colore en jaune rougeâtre; ils sont insolubles dans l'alcool et l'éther, mais dissous par la potasse. On ne trouve ces corpuscules que dans quelques espèces; ils sont abondants dans certaines variétés de *B. vagum*, Ag. L'auteur les désigne sous le nom de « leucites » et leur attribue la composition générale du protoplasma.

SIRODOT n'a pas insisté sur le brunissement du *B. moniliforme* dans l'eau iodée. D'abord insensible, ce caractère s'accentue à mesure qu'avance la saison. Nous avons observé en décembre des échantillons sexués, porteurs de gonimoblastes à leur début, mais l'iode les teintait à peine; en avril le brunissement est net; à la fin mai, les algues deviennent dans l'eau iodée d'un brun presque noir.

En ce qui concerne le *B. vagum*, nous n'avons pas eu l'occasion d'observer les variétés *keratophyllum* et *flagelliforme*, où SIRODOT signale des « corpuscules » abondants. Nous avons seulement trouvé des variétés stériles, portant de nombreuses sporules. Celles-ci brunissent nettement dans l'eau iodée, ainsi que les cellules voisines.

II. — RÉCOLTE ET CONDITIONS DE L'ÉTUDE CHIMIQUE

Nous avons récolté le *B. moniliforme,* en quantités importantes, dans un ruisseau de la forêt de Rambouillet. Les eaux, issues des sables ferrugineux, drainent des prés à Sphaignes, évoluant vers la tourbière. L'algue s'y rencontre sur les pierres seulement, et à l'état presque pur; elle est abondante depuis mars jusqu'à fin mai; plus tard elle décline et les Diatomées pullulent. On sait que les Batrachospermes présentent un cycle de développement analogue à celui des *Lemanea;* comme eux, ils prospèrent en hiver et au printemps. Mais ils n'ont pas les mêmes exigences quant à la qualité des eaux : on les rencontre fréquemment en pays calcaire : P. Frémy [66] a même décrit des échantillons de *B. moniliforme* fortement incrustés de carbonate de chaux.

Quelques heures après la récolte, qui consiste simplement à râcler les pierres, les algues étaient rapidement lavées et triées, puis essuyées autant que possible sur des linges. Leur poids, sous cet état, est ce que nous appelons le « poids frais ».

Les *Batrachospermes* méritent une étude chimique complète, parallèle à celle des autres genres. Toutefois le présent travail n'en est encore qu'une ébauche, en raison de difficultés particulières. Le matériel présente une teneur très faible en substance sèche, encore plus faible en glucides; la séparation de ces derniers est très pénible, en raison de la solubilité du gelin dans l'alcool.

III. — QUELQUES DONNÉES SUR LA COMPOSITION MINERALE

Teneur en eau. — On fait sécher sur des assiettes, à la température ordinaire, 180 grammes d'algues fraîches. Après dix jours, le poids est réduit à 6 grammes, soit une perte de 96,6 %.

71 grammes d'algues fraîches, récoltées en avril, ont été desséchés à l'étuve. A 110°, le poids de la substance se stabilise à 1 gr. 76. La teneur en eau était donc de 97,5 % environ. Des algues récoltées au milieu de mai ont donné le même résultat. (Cf. teneur en eau des *Lemanea :* 88 % environ).

Teneur en cendres. — On porte au rouge sombre 2 gr. 311 d'algues préalablement séchées à 110°. Les cendres sont de couleur ocracée. Leur poids se stabilise à 0 gr. 388, soit 16,8 % du poids de la substance sèche (*Lemanea :* 12 % environ).

Alcalinité des cendres. — On fait deux parts de ces cendres :

1° La moitié (soit 0 gr. 194) est traitée par 300 cm³ d'eau bouillante. Après filtration et concentration, on neutralise, en présence de méthylorange, par l'acide sulfurique $N/_{10}$. Le virage est obtenu en versant 1 cm³ 9 de liqueur titrée.

2° L'autre moitié est traitée par 30 cm³ d'acide sulfurique $N/_{10}$; on laisse en contact plusieurs heures, puis on filtre et on neutralise par la soude décinormale, en présence de méthylorange. Le volume de soude est 22 cm³ 4. L'alcalinité totale des cendres correspond à $30 - 22{,}4 = 7{,}6$ cm³ d'acide, et l'alcalinité insoluble à $7{,}6 - 1{,}9 = 5{,}7$ cm³ d'acide.

Le rapport de l'alcalinité insoluble à l'alcalinité soluble est égal à 3 (*Lemanea :* 3,2).

Après le traitement des cendres par l'acide sulfurique, il reste un abondant résidu rouge, qui pèse 0 gr. 126, soit 60 % environ du poids des cendres.

Composition des cendres. — Une étude sommaire donne les résultats suivants :

Dans la partie soluble dans l'eau, on trouve surtout des sulfates et du potassium, un peu de chlorures, très peu de calcium et de magnésium, pas de phosphates.

La partie insoluble dans l'eau contient des phosphates, du magnésium, mais très peu de calcium. Le fer est très abondant, mais il provient surtout de l'hydrate retenu mécaniquement par les algues.

IV. — EXTRAIT ALCOOLIQUE

Selon la technique habituelle, les algues sont traitées par l'alcool bouillant. Elles deviennent rougeâtres, tandis que la chlorophylle, abondante, passe en solution. Le gélin aussi se dissout en partie, et rend l'extrait visqueux : même en fixant les algues dans trois fois leur poids d'alcool absolu, on ne peut qu'atténuer cet inconvénient.

Après décantation, on chasse l'alcool sous pression réduite. La liqueur obtenue est d'aspect laiteux, vert grisâtre, neutre, d'une grande viscosité. Elle ne flocule pas en milieu barytique, ni au moyen de l'acide phosphotungstique. L'acétate basique de plomb provoque une prise en masse. C'est dire que la défécation est difficile; nous avons en premier lieu adopté le plomb, qu'on ajoute peu à peu au milieu dilué, en agitant très vigoureusement.

Après filtration, l'excès de réactif est éliminé par l'acide sulfurique. La liqueur, légèrement verdâtre, est concentrée à basse température. Si on l'additionne alors de liqueur de Fehling, on obtient, même à froid, un floculat notable, mais aucune réduction ne se produit. Examinée au polarimètre, elle se montre nettement dextrogyre :

Date de la récolte	Poids d'algues fraîches	Volume de l'extrait	α
5 avril	460 gr.	23 cm³	+ 26′
13 mai	626	31	+ 1°32′
26 mai	232	12	+ 1°42′

Même rapportées au poids sec, ces déviations sont très faibles, relativement à celles qu'on observe dans l'étude des *Lemanea.*

Ajoutons à ces liqueurs concentrées un peu d'acide phosphotungstique : on obtient une nouvelle et très abondante défécation, et la déviation diminue très notablement. On lit par exemple :

Avant défécation au tungstène	+ 34′
Après — —	+ 18′

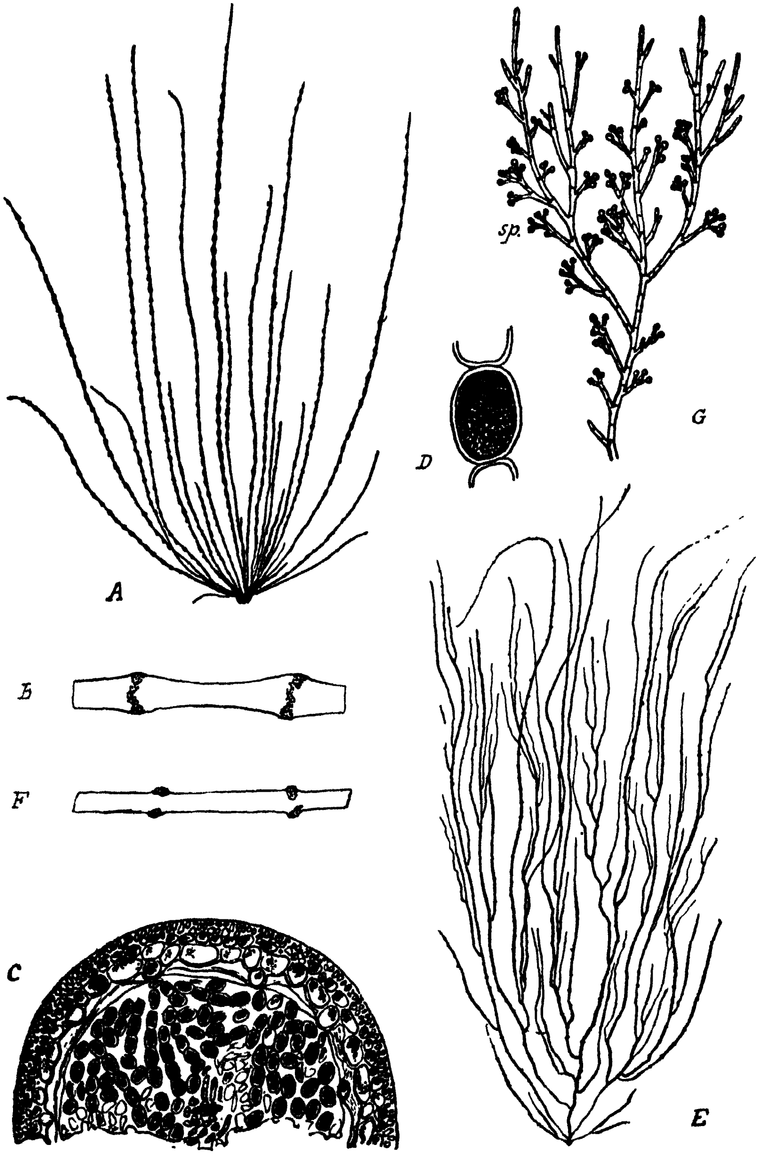
(liqueur ramenée au vol initial).

Il semble donc très probable que les déviations, dont nous donnons plus haut la liste, sont à rapporter, en partie, à des substances gommeuses échappant à la défécation plombique.

La sucrase n'a aucune action sur ces liqueurs : elles ne contiennent donc pas de saccharose.

L'hydrolyse au moyen des acides (SO^4H^2 2 %) est pénible : nous avons dû employer l'autoclave pour l'achever. Voici le compte-rendu d'une expérience (algues de mai) :

RHODOPHYCÉES D'EAU DOUCE Pl. III.



Lemanea nodosa. Kütz. A. Algue entière (un peu réduit). B. Fragment d'un filament montrant les anneaux de tissu anthéridifère (Gr. 4). C. Coupe transversale (Gr. 50 D). D. Une spore (Gr. 300 D).

Sacheria fucina, Sirdt. E. Algue entière (réduit de moitié). F. Fragment d'un filament montrant les papilles anthéridifères (Gr. 4).

Andouinella violacea, (Kütz), Hamel. G. Algue entière (Gr. 35). — sp. bouquet de spores.

	Temps	Déviation	Réducteur (en glucose)	$[\alpha]_D$
	0	+ 1°40′	0	
B.-M. bouillant	30 m.	1°26′		
	1 h. 30 m.	1°10′		
autoclave 120°	45 m.	56′		
	1 h. 30 m.	44′		
	2 h.	44′	0,41	89
	2 h. 30 m.	»	0,41	

Nous retrouvons dans cette hydrolyse les caractères qui nous sont familiers. Cependant l'interprétation analytique reste très incertaine. En effet, l'action de l'autolysat de levure basse n'a pu encore être étudiée : le milieu, trop complexe, précipite le ferment. Nous disposions, d'autre part, de trop peu d'extrait, pour en entreprendre la purification.

V. — CARACTÈRES DU GELIN

Les algues récoltées le 4 avril (voir au précédent paragraphe), séparées de l'alcool de fixation, ont été séchées et broyées au mortier : on obtient ainsi une poudre brun rouge pesant 13 gr.

Cette poudre est traitée à deux reprises par 100 cm³ d'alcool à 90 bouillant. Les extraits ne sont pas visqueux, et le second à peine verdâtre; après évaporation de l'alcool et de défécation au plomb, ils fournissent une liqueur très peu dextrogyre (+ 10′ sous le volume de 10 cm³), et très pauvre en résidu sec.

La poudre d'algues est alors épuisée non par l'eau, qui solubilise la masse du pigment rouge, mais par l'alcool à 60°. Le gélin s'y dissout facilement à chaud; après quelques jours de repos, on peu décanter l'extrait alcoolique à peine jaunâtre. On chasse l'alcool; la solution aqueuse de gomme est très visqueuse; elle ne donne pas de réaction avec l'eau iodée, la liqueur de Fehling, la baryte, la soude, l'acétate neutre de plomb; elle précipite par l'acide phosphotungstique, et, d'une manière massive, par l'extrait de Saturne.

Une hydrolyse de cinq minutes, à 100°, par l'acide sulfurique à 2 %, fait disparaître complètement la viscosité; on peut filtrer pour examiner au polarimètre : la liqueur est *dextrogyre*. Dans les condi-

tions indiquées, l'hydrolyse est très longue; en employant l'acide à 4 %, il suffit de porter une demi-heure environ à 120° pour atteindre le terme. L'hydrolysat est dextrogyre; neutralisé par le CO^3Ba, il présente les caractères suivants :

Déviation	Réducteur % en glucose	$[\alpha]_D$
1°12′	0,745	80

Si l'on traite la poudre d'algues totale par SO^4H^2 à 2 % à 100°, la liqueur, après une demi-heure d'hydrolyse est dextrogyre; ensuite la déviation diminue et l'hydrolysat devient lévogyre.

VI. — MISE EN ÉVIDENCE DU GLYCOGENE

On sait que les algues récoltées à la fin mai deviennent d'un brun rouge intense dans l'eau iodée : nous avons pu en extraire facilement le principe colorable, qui n'est autre que du glycogène. Après l'épuisement par l'alcool, on prélève une vingtaine de grammes d'algues essorées; on les traite par un grand volume d'eau bouillante, pour dissoudre le plus possible de mucilage, puis on y incorpore du sable, on dessèche et l'on broie au mortier. La poudre obtenue est traitée par la potasse à 4 % bouillante pendant 15 minutes environ.

On purifie cet extrait comme il a été dit aux chapitres précédents, puis on le concentre à 15 cm³ environ : il est assez peu visqueux, et se colore en brun rouge intense par une trace d'iode. On précipite la substance en ajoutant un volume d'alcool à 95. Le floculat, par son aspect pulvérulent, ne semble pas très riche en mucilages. Après lavage, on le redissout dans 25 cm³ d'eau. Cette solution est peu visqueuse, non réductrice, dextogyre (+ 2°). Traitée par la poudre de pancréas, elle perd très rapidement la propriété de se colorer en brun rouge sous l'action de l'eau iodée, et cette perte est définitive. On laisse agir le ferment pendant quelques heures à 50°, puis on filtre et l'on examine au polarimètre. La déviation, primitivement égale à + 2° n'est plus que de 1°28′, et la liqueur est devenue nettement réductrice.

Celle-ci est alors déféquée par le plomb, et l'on achève l'hydrolyse au moyen de l'acide sulfurique à 2 %, à 100°. La déviation diminue de moitié; le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ garde finalement une valeur assez

élevée [+ 68], en raison de la présence d'une petite quantité de gomme dextrogyre, incomplètement précipitée par le plomb.

Cet essai analytique, bien que rapide, permet de conclure, en toute certitude, à l'abondance du glycogène dans le *Batrachospermum moniliforme,* récolté au mois de mai.

VII. — AUTOLYSE

250 grammes d'algues fraîches, récoltées fin avril, ont été abandonnées dans le même poids d'eau distillée, sous toluol, pendant un an et demi.

L'autolysat est nettement réducteur. 180 cm³ ont été concentrés au dixième et déféqués par l'acide phosphotungstique. Amenée à 25 cm³ la liqueur présente alors les caractères suivants :

Déviation	Réducteur % en glucose	$[\alpha]_D$
+ 14′	0,35	33

La teneur de l'autolysat en réducteur (exprimé en glucose) est donc de 0,048 % (3,57 % pour les *Lemanea*).

La quantité de réducteur formé, pour 100 d'algues sèches, est de 2 gr. environ (elle était de 16 gr. dans les cas des *Lemanea*).

On a soumis à l'hydrolyse cette liqueur réductrice (SO^4H^2 2 %, 100°). Voici le résultat obtenu :

Temps	Déviation	Réducteur % (en galactose)	$[\alpha]_D$
0	+ 14′	0,35	33
30 m.	+ 30′	0,50	50
1 h.	+ 28′	0,50	»

Le pouvoir réducteur augmente donc notablement (près de 50 % de sa valeur primitive), ainsi que $[\alpha]_D$.

La perte de la viscosité des algues et leur dissociation montre que le gélin a fourni une partie des produits d'autolyse. Bien que paraissant atténué, le brunissement de nombreuses cellules dans l'eau iodée est encore observable.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Cinq espèces de Rhodophycées d'eau douce, appartenant aux genres *Lemanea*, *Sacheria*, *Thorea*, *Batrachospermum*, *Bangia*, ont été analysées dans le présent travail. On a recherché, par les procédés de la chimie, la nature des glucides élaborés. Les résultats essentiels sont les suivants :

1. Aucune de ces plantes ne renferme de sucre réducteur libre, ni de saccharose, en quantité dosable ; elles sont en cela conformes à l'ensemble des Algues non vertes.

2. Les extraits alcooliques de *Lemanea* et de *Sacheria* sont très dextrogyres. D'une grande richesse en sels (KCl surtout), ils sont difficiles à purifier. Cependant on a pu obtenir, à l'état cristallisé, les sucres qu'ils renferment. Ce sont le *floridoside* et le *tréhalose* (en tout, environ 1 gr. pour 100 de *Lemanea* frais).

Le floridoside est un α-galactoside du glycérol, découvert dans les Rhodophycées marines, dont il est le constituant glucidique original. Sa présence dans les *Lemanea*, d'écologie si différente, montre que le chimisne des Algues dépend surtout des affinités systématiques.

Le tréhalose, trouvé en petite quantité à côté du floridoside, était jusqu'à ce jour inconnu chez les Algues, et exceptionnel dans le monde des plantes autotrophes. Ce sucre n'est pas accompagné de mannitol, au moins en quantité décelable, contrairement à ce qu'on observe dans beaucoup de Champignons.

3. Dans les autres espèces, les principes glucidiques solubles dans l'alcool rappellent ceux des Lémanéacées par bien des caractères, en particulier le pouvoir rotatoire droit, élevé, et l'hydrolyse sous l'action de la galactosidiase α. La quantité restreinte de matériel ne nous a pas permis de préparer les sucres à l'état de pureté.

4. Les Lémanéacées abandonnent à l'eau chaude un mélange de matières mucilagineuses, qui proviennent surtout de la membrane des spores, gélifiée en surface. Ce mélange est *dextrogyre;* sous l'ac-

tion hydrolysante des acides, il donne naissance à plusieurs corps réducteurs, le pouvoir rotatoire global étant voisin de + 14.

Après épuisement à l'eau chaude, les Algues traitées par la potasse diluée fournissent une solution de gommes *lévogyre*, fluide à chaud, se gélifiant par refroidissement. Ces gommes imprègnent toutes les membranes du thalle. Leur hydrolyse conduit à un mélange de sucres, pour lequel $[\alpha]_D$ est voisin de + 10. Parmi ces sucres figurent le *galactose* et l'arabinose.

5. Le faux tissu de *Thorea* doit sa cohérence à une gomme épaisse qui cimente les filaments. Celle-ci se dissout dans l'eau chaude en formant une liqueur très visqueuse, lévogyre ($[\alpha]_D$ voisin de − 120°). Par hydrolyse, elle donne naissance à du *mannose* (sans doute exclusivement).

6. Le gélin des Batrachospermes se distingue des autres mucilages que nous avons décrits par sa solubilité dans l'alcool. Il est dextrogyre, et l'hydrolysat possède un pouvoir rotatoire droit élevé.

7. Dans toutes les Algues que nous étudions, les histologistes ont signalé, à l'intérieur des cellules, des substances figurées colorables en brun ou en violacé par l'eau iodée. Se fondant sur cette seule réaction, on a parfois conclu, imprudemment, à la présence de glycogène ou d'amidon floridéen. Pour déterminer de quelles substances il s'agit, l'analyse macrochimique apparaît aujourd'hui indispensable.

Ce qu'on doit attendre, avant tout, de la chimie, c'est de rendre impossible la confusion entre les matières amylacées et les gommes colorables par l'iode. Or la seule analyse que l'on possédait jusqu'à ce jour, celle des *Lemanea,* due à Errera, ne répond aucunement à cette exigence ; elle est donc sans valeur.

Un étude chimique complète de l'amidon floridéen exigerait que le produit fût d'abord préparé à l'état pur. Cette condition n'a pu être remplie, en raison de la quantité restreinte du matériel et de sa richesse en gommes. On a seulement cherché à reconnaître, sur des extraits encore impurs, les propriétés caractéristiques des matières amylacées. Cette première étude permet déjà des conclusions certaines. Un des meilleurs procédés consiste à soumettre les extraits à l'action d'un ferment bien choisi, l'amylase pancréatique.

8. Les Lémanéacées contiennent, surtout dans les spores, une substance très analogue au *glycogène*. Colorable en brun violacé par

l'iode, soluble dans l'eau, surtout en milieu alcalin, précipitable par l'alcool, elle est fortement dextrogyre ($[\alpha]_D > 160°$), et donne naissance, par hydrolyse, à du *glucose*, obtenu à l'état cristallisé. Le meilleur procédé d'extraction de ce glycogène consiste à partir des spores pures, que l'on broie avec du sable à l'état sec, pour les traiter ensuite par une solution de potasse concentrée.

On sait que le glycogène et le tréhalose coexistent chez les Champignons. La même association de glucides, dans les groupes de plantes si différents, mérite d'être retenue.

L'abondance du glycogène chez les *Lemanea* n'est pas sans rapport avec leur teneur relativement faible en sucres solubles; les *Rhodymenia*, qui n'élaborent pas de réserves amylacées en quantité dosable, sont beaucoup plus riches en floridoside.

9. Dans les *Thorea ramosissima* et *Batrachospermum moniliforme*, la présence du *glycogène* est également certaine, bien qu'on n'ait pu en hydrolyser une quantité suffisante pour préparer le glucose pur.

10. Les *Bangia* renferment une substance colorable en brun par l'iode, mais nullement tributaire de l'amylase. Lévogyre, possédant les propriétés des gommes, cette substance n'a pas de rapport chimique avec l'amidon floridéen.

Il demeure possible que ces algues contiennent de petites quantités de matière amylacée, d'extraction difficile.

En somme, les gommes de Rhodophycées paraissent présenter une grande diversité. Les géloses, lévogyres, colorables ou non par l'iode, sont fréquentes dans les Algues marines. On a trouvé, dans les espèces d'eau douce, des corps plus ou moins analogues, mais aussi des mucilages dextrogyres et un mannoside.

11. Les variations saisonnières de la teneur en glucides sont très nettes dans les Lémanéacées. Les sucres solubles sont plus abondants en juillet (1 % du poids frais de *Lemanea*) qu'en avril (0,5 %). Les *Sacheria* récoltées en avril, avant la sporulation, sont presque dépourvus de glycogène.

Le *Batrachospermum moniliforme* ne contient que très peu de glycogène de décembre à mars; il devient au contraire fortement colorable par l'iode au mois de mai.

12. Au cours de l'autolyse aseptique prolongée de *Lemanea*, le floridoside et le tréhalose sont complètement hydrolysés, ainsi qu'une

certaine quantité de mucilage; le glycogène est par contre respecté, au moins pour une grande part.

L'autolysat de *Batrachospermum* est également réducteur; la viscosité disparaît par suite de l'hydrolyse du gélin.

Ces autolysats ne contiennent pas de polyol, au moins en quantité décelable.

13. Nous avons vérifié que les membranes, sauf dans les *Bangia* et les parties jeunes de *Batrachospermum*, se colorent en bleu dans le chlorure de zinc iodé. La réaction est souvent difficile à observer, en raison de l'imprégnation des membranes par les gommes.

BIBLIOGRAPHIE

ANSELMINO. (O.) et GILG (E). — Ueber das Vorkommen von Trehalose in *Selaginella lepidophylla*. — *Ber. d. pharm. Ges.* 23, 1913, p. 326. [41].

AUSTERWEIL (G). — Sur quelques réactions entre zéolithes et sels peu solubles dans l'eau. — *C. R. Acad. Sc.* 194, 1932, p. 1581 [37].

BERTHOLD. — Zur Kenntniss der Siphoneen und Bangiaceen. — Mitteil. Zool. Sta. zu Neapel, II, Leipzig 1882. [56].

BERTRAND (G.) et THOMAS (P.). — Guide pour les manipulations de Chimie biologique. — Paris, Dunod, 1919. [33].

CLAUTRIAU (G.). — Etude chimique de glycogène chez les champignons et les Levures. — Recueil de l'Inst. Bot. Univ. Bruxelles, 1895 [49].

COLIN (H.) et AUGIER (J.). — 1° Les glucides solubles de *Lemanea nodosa*, Kütz. — *C. R. Acad. Sc.*, 195, 1932, p. 1042. — 2° Floridoside, tréhalose et glycogène chez les Algues rouges d'eau douce (*Lemanea, Sacheria*). — *C. R. Acad. Sc.* 196, 1923, p. 423.

COLIN (H.) et GUÉGUEN (E.). — 1° Le sucre des Floridées. — *C. R. Acad. Sc.*, 190, 1930, p. 653. [6]. — 2° La constitution du principe sucré de *Rhodymenia palmata*. —*C. R. Acad. Sc.*, 191, 1930, p. 163. [7]. — 3° Le floridoside chez les Floridées. — *C. R. Acad. Sc.* 197, 1933, p. 1688. [8,54].

CZURDA (V.). — Morphologie und Physiologie der Algenstärkekörner. — *Beihefte z. bot. Centralblatt.* 45, 1928, p. 97, [19, 63].

DANGEARD (P). — 1° Recherches sur les *Bangia* et les *Porphyra*. — *Le Botaniste*, 18, 1927. [57,58]. — 2° Traité d'Algologie. — Paris, Lechevalier, 1933,

ERRERA (L.). — L'épiplasme des Ascomycètes et le glycogène des Végétaux. — Thèse, Bruxelles, 1882. Publié dans le recueil de *l'Inst. Bot. Univ. Bruxelles*, I, 1906, p. 30-32. [14, 23, 45].

FRÉMY (P.). — Incrustation calcaire du *Batrachospermum moniliforme*, Roth. — *Bull. soc. Linn. Normandie*, 1924, p. 118. [66].

GEITHER (L). — *Porphyridium sordidum*, n. sp., eine neue, Süsswasser-bangiale. — *Arch. f. Protistenk.* 76, 1932, p. 595. [18].

GRANDSIRE (A.). — Le chimisme des feuilles privées de chlorophylle. — Thèse, Paris, 1926. [30]

GUÉGUEN (E.). — Les constituants glucidiques des Algues rouges. — Thèse Paris, 1931. [2, 22, 32, 34, 35, 36, 38, 47, 50].

HAAS (P) et HILL (T.-G.). — The occurrence of sugar alcohols in marine algae. — *Biochem Journ.*, 25, 1931, p., 1470. — 26, 1932, p., 987 [5, 44, 60].

HAMEL (G.). — Les Floridées de France. — *Rev. Algol.* 1 1924, p. 278. [27].

HASSID (W.-Z.). — Occurrence of dulcitol in *Iridaea laminarioïdes*. — *Plant. Physiol.*, 8, 1933, p., 480 [43].

KYLIN (H.). — 1° Ueber die roten und blauen Farbstoffe der Algen. — *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, 76, 1912, p. 396 [55]. — 2° Zur Biochemie der Meeresalgen. — *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, 83, 1913, p. 171. [24]. — 3° Untersuchungen über die Biochimie der Meeresalgen. *Zeitschr. f. physiol. chem.* 94, 1915, p. 337. [3]. — 4° Studien über die Entwicklungsgeschichte der Florideen. — Kungl. Svenska Vetenskapakademiens Handingar. 63. 1923. [26].

LIPPMAN (E. O. VON). — 1° Ueber Vorkommen von Trehalose, Vanillin und d. Sorbit. — *Ber d. Chem Ges.* 45, 3, 1912, p. 3431 [40]. — 2° Kleinere pflanzenchemische Mitteilungen. — *Ber. d. chem. ges.*, 55, 3, 1922, p. 3038. [39].

MANGENOT (G.). — 1° Recherches sur les constituants morphologiques du cytoplasma des Algues. — *Arch. morp. gén. et expr.* 9, 1922 [15, 59]. — 2° Sur l'amidon des Algues Floridées. — *C. R. Acad. Sc.* 176, 1923, p. 183. [4, 21].

MOLLIARD (M.). — Nutrition de la plante. — Paris. Dion [29].

MOBIUS (M.). — Beitrag zur Kentniss der Gattung *Thorea*. — *Ber d. bot. ges.*, 9, 1891, p. 333. — Bemerkungen über die systematische Stellung von *Thorea*. — *Ber. d. bot. Ges.* 10, 1892, p. 266 [10, 16, 53].

NAEGELI (C.). — Die Stärkekörner. — Zurich, 1858. [12].

RICARD (P.). — Les constituants glucidiques des Algues brunes. — *Ann. Inst. Océan.* — 8, 2, 1930 [1, 28, 46].

SAUVAGEAU (C.). — 1° Sur la membrane de quelques Algues Floridées et sur la gélation de l'hydrosol gélosique. — *C. R. Acad. Sc.*, 171, 1920, p. 6.6. [20, 48]. — 2° Utilisation des Algues marines. — Paris, Doin, 1920. [31].

SCHMIDLE (W.). — 1° Untersuchungen über *Thorea ramosissima*, Bory. *Hedwigia*, 35, 1896, p. 1.

2° Einiges über die Befruchtung, Keimung und Haarinsertion von *Batrachospermum*. — *Bot. Zeit* 57, 1899, p. 125 [64].

SCHMITZ (Fr.). — Die systematische Stellung der Gattung *Thorea*. — *Ber d. bot Ges.*, 10, 1892, p. 115. [11, 17 52].

SIRODOT (S.). — 1° Etude anatomique, organogénique et physiologique sur les Algues d'eau douce de la famille des Lémonéacées. — Ann. sc. nat. Bot., 5e série, 1872 [**25**]. — 2° Les Batrachospermes. — Paris, Masson, 1884. [**9, 62, 65**].

SOLMS-LAUBCH (H. Graf zu). — Ueber die Fruchtentwicklung von *Batrachospermum*. — *Bot. Zeit.*, 25, 1867, p. 161. [**13, 61**].

YAMASHITA (T.) et SATO (F.). — Chemical component of the Selaginellaceae grown in Japan. — *Journ. Pharm. Soc. Japan.*, 49, 1929 p. 696 (cité d'après Chemical Abstracts). [**42**].

TABLE

LES *PEDIASTRUM* D'EUROPE
Etude biologique et systématique

par Edmond BIGEARD

(FIN)

DEUXIÈME PARTIE

SYSTEMATIQUE

Les faits exposés dans la première partie de ce travail m'amènent à proposer une systématique très simplifiée du genre *Pediastrum*.

Je ne reconnais que 8 espèces européennes (1) bien distinctes :

P. simplex Meyen
P. Kawraiskyi Schmidle
P. duplex Meyen
P. biradiatum Meyen
P. Boryanum (Turpin) Meneghini
P. angulosum (Ehrenberg) Meneghini
P. Tetras (Ehrenberg) Ralfs
P. Braunii Wartmann

Quand on a eu l'occasion de rencontrer des populations assez denses de *Pediastrum* et d'observer côte à côte plusieurs espèces du

(1) WOLOSZYNSKA (282, p. 194), a décrit et figuré 3 espèces nouvelles, provenant de l'Afrique centrale : *P. sorastroides*, *P. cœlastroides*, *P. Westi;* les deux premières ne peuvent guère se rapprocher des espèces européennes; la troisième rappelle un *Boryanum* cœlastroïde.

WILLE (279, p. 433) a aussi trouvé, dans des récoltes provenant des îles Kerguelen, des formes aberrantes, dont il fait un genre nouveau, *Soropediastrum*, caractérisé par des cellules en couches superposées et munies d'une pointe : *S. Kerguelense*, à cellules rectangulaires et longues pointes; *S. rotundatum*, à cellules arrondies et courtes pointes. Ces organismes présentent de grandes ressemblances avec les formes cœlastroïdes de *Pediastrum*.

J'ai signalé (p. 83) le *P. sculptatum* de SMITH (237 bis), que je rapporte à *P. duplex*.

genre, on ne peut pas méconnaître la séparation de ces huit espèces. Si l'on veut, toutefois, établir des comparaisons fructueuses et se faire une idée exacte de la limite de l'espèce, il est presque indispensable de s'adresser au type normal de *Pediastrum :* le cénobe planctonique adulte, ni trop jeune, ni trop vieux.

Les relations réciproques de ces huit espèces ressortent du tableau suivant, dans lequel interviennent, avant tout, le nombre et la forme des pointes, ou prolongements, de la cellule marginale.

I. — Cellule marginale à 1 pointe.................. *P. simplex*

II. — Cellule marginale à 2 pointes

1) Pointes dans divers plans.................. *P. Kawraiskyi*

2) Pointes dans le plan du cénobe

A) Disque clathré

a) Pointes simples.................. *P. duplex*

b) Pointes bifurquées.................. *P. biradiatum*

B) Disque plein

a) Pointes à bords symétriques, équidistantes (fig. 126 *a*).................. *P. Boryanum*

b) Pointes à bords asymétriques: bord externe plus court

α) Pointes plus distantes sur la même cellule que d'une cellule à l'autre: échancrure large (fig. 126 *b*) .... *P. angulosum*

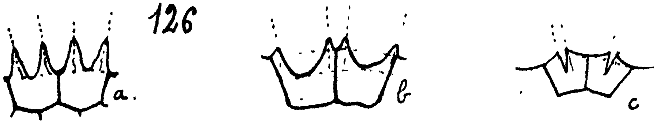
β) Pointes moins distantes sur la même cellule que d'une cellule à l'autre : échancrure étroite (fig. 126 *c*) .... *P. Tetras*

III. — Cellule marginale à 4 pointes courtes...... *P. Braunii*

Si, au lieu de tenir compte des pointes, on considérait d'abord l'allure générale et, en particulier, l'extension de la surface de contact des cellules marginales, on obtiendrait un groupement assez

semblable, dans lequel les espèces seraient rapprochées deux à deux (fig. 126 bis):

duplex	et	*biradiatum, a, b,*
simplex	et	*Kawraiskyi, c, d,*
Boryanum	et	*angulosum, e, f,*
Tetras	et	*Braunii, g, h.*



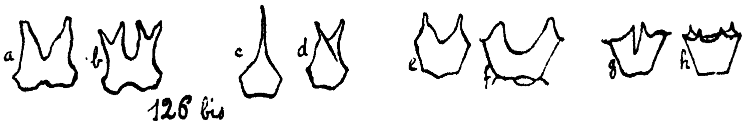


FIG. 126. — Espacement des pointes de la cellule marginale chez *P. Boryanum* (*a*), *angulosum* (*b*), *Tetras* (*c*). Schématique.

FIG. 126 bis. — Cellules marginales des espèces européennes de *Pediastrum*.

Cette systématique abandonne donc une bonne moitié des espèces qu'on peut rencontrer même chez les Algologues modernes. Elle abandonne tout l'ensemble des variétés admises dans les flores et les contributions floristiques.

Dans les pages qui suivent, je me propose de passer rapidement en revue chacune de ces huit espèces indiscutables. A la définition de l'espèce j'ajouterai, à l'occasion, divers renseignements et observations personnelles, intéressant l'histoire et la délimitation des espèces moins connues ou discutées. Je grouperai, autour de chaque espèce admises ici, les noms d'espèces et de variétés, sacrifiées comme telles dans la première partie, en rappelant, pour chacune de ces formes, la signification biologique que je leur reconnais.

Je ne prétends pas, encore une fois, être à même de fournir, pour chaque prétendue espèce ou variété supprimée, l'explication biologique précise et adéquate, c'est-à-dire de donner la cause, interne ou externe, responsable de la variation individuelle. Mais il suffit que cette explication existe pour les formes les plus répandues, les plus caractéristiques et les plus généralement adoptées: c'est le but essentiel de mon travail.

P. simplex Meyen

Je comprends, sous ce nom, tous les *Pediastrum* dont les cellules marginales ont une seule pointe.

J'ai observé les réalisations suivantes, dans le *nombre et la disposition des cellules des cénobes :*

Cénobes à 4 cellules :		4 + 0 (avec ou sans lacunes	R.
Cénobes à 8 cellules :		7 + 1 (avec ou sans lacunes)	C. C.
		8 + 0 (forme *radians*)	A. C.
Cénobes à 16 cellules :			
	clathrés :	16 + 0	non observé.
		15 + 1	1 exemplaire
		14 + 2	3 —
		13 + 3	2 —
		12 + 4	C. C.
		11 + 5	C.
	non clathrés	11 + 5	C.
Cénobes à 32 cellules :			
	clathrés	18 + 10 + 4	R.
		17 + 11 + 4	R.
		16 + 12 + 4	C.
		16 + 11 + 5	C.
	non clathrés	16 + 11 + 5	C.

P. simplex est le seul *Pediastrum* qui présente, pour les cénobes à 8 cellules, la disposition *radians:* 8 + 0. Cette disposition n'est pas héréditaire : la figure 26 (p. 25) montre une colonie *radians* (8 + 0) provenant d'une colonie *non radians* (7 + 1).

Espèces supprimées

P. clathratum (Schrœt.) Lemmermann (133, p. 180): c'est la forme planctonique la plus commune, donc la forme type.

P. enoplon West W. et G. S. (262, p. 81, T. V., fig. 1, 2); synonyme de *P. clathratum,* d'après Lemmermann (135, p. 115): forme juvénile, largement clathrée.

P. ovatum (Ehr.) Braun. (45, p. 81): forme de vieillesse ou forme benthique de *P. clathratum.*

P. Schrœteri Lemmermann (135, p. 115, fig. 33): synonyme de *P. ovatum*.

P. Sturmii Reinsch (190, p. 90, T. VII, fig. 1): forme sénile ou kystes de *P. simplex*.

Variétés supprimées

Variétés fondées sur la disposition des cellules :

radians Lemmermann (133, p. 180; 135, p. 115, fig. 24, 25, 32); *duodenarium* (Bailey) Rabenhorst (186, p. 72) = var. *Baileyanum* Lemmermann (135, p. 115); *Cordanum* Hansgirg (101, p. 110).

Variétés fondées sur les ornements de la membrane :

punctatum Lemmermann (135, p. 182); *granulatum* Lemmermann (135, p. 115); *asperum* Lemmermann (135, p. 179); *echinulatum* Wittrock et Nordstedt (295, n° 235).

Variété fondée sur la dimension des lacunes :

microporum Lemmermann (135, p. 115, 116).

P. Kawraiskyi Schmidle

L'espèce est caractérisée par son disque plein et par la forme de la cellule marginale, dont les deux pointes divergent dans tous les plans, de part et d'autre du plan du cénobe.

C'est la plus rare des espèces du genre: j'ai signalé (19) sa découverte en France par M. Bioret et l'un de ses élèves, M. Germain, dans l'étang de Serrant, en 1929. Depuis 1929, aucune nouvelle station de la plante n'a été trouvée dans nos régions. Abondant pendant l'été de 1929, dans l'étang de Serrant, *P. Kawraiskyi* a été très rare pendant toute l'année 1930; en avril 1931, il s'est de nouveau montré très commun.

Dans la récolte du 27 avril 1931, on pouvait voir beaucoup de jeunes colonies d'un diamètre variant de 20 à 60 μ, dont certaines étaient encore contenues dans une vésicule (fig. 165, p. 00). Parmi ces jeunes colonies, quelquefois en rapport avec elles, on trouvait aussi des cénobes plus gros de 80 à 90 μ, avec cellules à membranes épaisses, rougeâtres, quelquefois plissées, avec cellules vides, dont quelques unes avec une fente. Ces colonies m'ont paru jouer le rôle de colonies mères; certaines cellules très grosses, à parois renflées, avaient l'aspect de kystes.

J'ai donné (19) la description suivante de cette Algue :

Les cénobes sont d'ordinaires réguliers et orbiculaires, quelquefois cependant irréguliers par suite d'une interruption dans la rangée des cellules marginales. Le disque est toujours simple et sans perforation; ses cellules sont polygonales. Les cellules marginales sont quelquefois superposées au point où le cercle est interrompu. Elles sont soudées les unes aux autres environ jusqu'au tiers de leur hauteur à partir de la base (pointes non comprises); elles sont terminées par deux lobes verts, courts, coniques, prolongés par deux pointes hyalines, dont la hauteur est égale environ au tiers de la hauteur de la cellule (pointes non comprises); les lobes sont légèrement divergents et séparés par une échancrure profonde et aiguë; au niveau du sommet de cette échancrure, ou un peu au-dessous, la cellule présente un étranglement plus ou moins apparent, mais plus visible sur les petites cellules que sur les grosses. La position des pointes des cellules marginales est variable: tantôt on voit les deux pointes, côte à côte, dans le plan du cénobe; tantôt on n'en voit qu'une, cachant l'autre qui est au-dessous; elles peuvent occuper toutes les positions intermédiaires, de telle sorte qu'on distingue le plus souvent les deux pointes, l'une au-dessous, l'autre au-dessus du plan du cénobe. La membrane est épaisse, rougeâtre, rugueuse plus ou moins plissée, rarement granuleuse; elle est très caractéristique de l'espèce.

J'ai note les dispositions suivantes :

4 = 4 + 0 ou (2 + 2)	R. R. R.
8 = 6 + 2	R.
16 = 10 + 5 + 1	C. C.
32 = 15 + 11 + 5 + 1	C. C.
= 15 + 10 + 6 + 1	C. C.
= 16 + 10 + 5 + 1	C. C.
= 14 + 11 + 6 + 1	

Je n'ai pas trouvé de cénobes à 64 cellules.

Voici les dimensions moyennes des cénobes et des cellules chez les cénobes 16-cellulaires :

diamètre du cénobe	75-80 μ
hauteur de la cellule marginale..................	15-20 μ
longueur de la pointe............................	3-5 μ

Les cénobes à 32 cellules atteignent quelquefois 100 μ (pointes comprises) ; les cénobes à 8 cellules ont 40 à 50 μ de diamètre. J'ai mesuré une jeune colonie à 16 cellules de 28 μ.

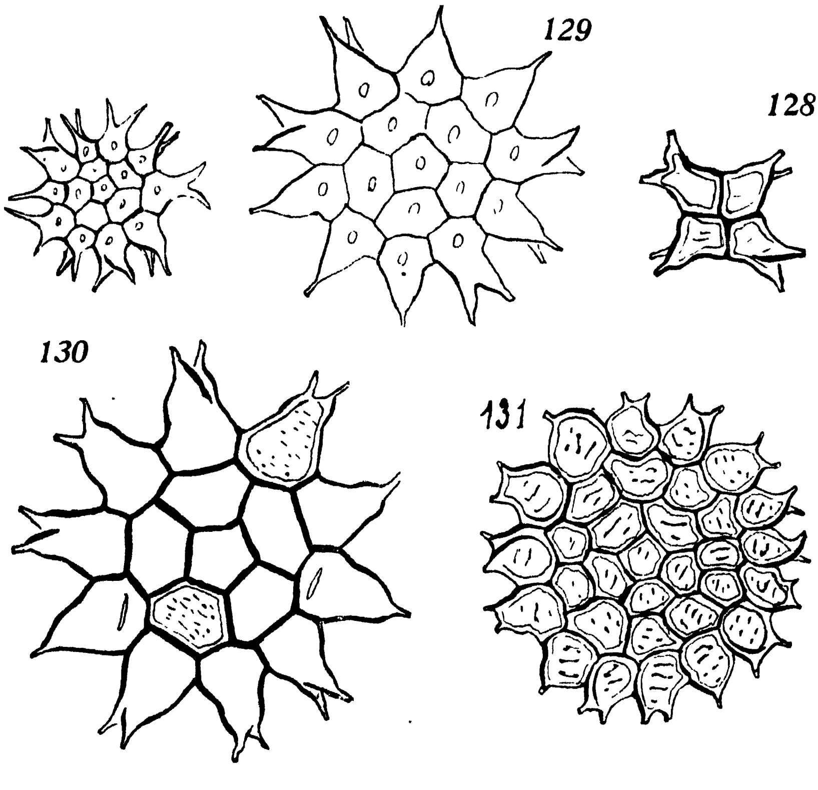


Fig. 127-131. — *P. Kawraiskyi* × 750. Serrant. — 127, jeune cénobe 16-cellulaire; — 128, cénobe adulte 4-cellulaire; — 129, cénobe adulte 16-cellulaire; — 130, cénobe âgé 16-cellulaire; — 131, cénobe âgé 32-cellulaire.

C'est la cellule marginale qui est caractéristique de l'espèce (fig. 130). Elle comprend trois parties: la base, par laquelle elle est soudée aux cellules voisines; le corps libre, deux fois plus haut que la base, ayant la forme générale d'un tronc de cône à parois concaves, rectilignes, ou plus ou moins convexes et renflées suivant l'âge; enfin, le sommet, profondément émarginé en son milieu et portant deux lobes verts, terminés par deux pointes hyalines. Par ses deux premières parties, la cellule marginale du *P. Kawraiskyi* se rappro-

che de celle du *P. simplex;* par son sommet, elle ressemble à celle du *P. Boryanum;* mais elle diffère absolument de la cellule du *P. Braunii* Wartm. qui a une forme trapézoïdale, comme celle de *P. Tetras,* et qui est soudée aux cellules voisines jusqu'au sommet. SCHMIDLE rapprochait sans doute son *P. Kawraiskyi* du *P. Braunii,* parce que dans ces deux espèces les pointes hyalines ne sont pas toujours contenues dans le plan du cénobe; mais, si ce caractère est constant chez *P. Braunii,* chez *P. Kawraiskyi* la position des pointes est très variable et il arrive souvent que les deux pointes de la cellule du pourtour sont côte à côte dans le plan du cénobe, comme chez *P. Boryanum.*

P. Kawraiskyi doit donc se placer entre *P. simplex* et *P. Boryanum:* la cellule marginale se rapproche, par sa forme, de celle de *P. simplex;* mais au lieu d'être, comme cette dernière, prolongée en pointe unique et longue, elle est tronquée, émarginée, et terminée par deux lobes verts surmontés d'une corne hyaline, comme chez *P. Boryanum.*

La forme du *P. Kawraiskyi* trouvé dans l'étang de Serrant paraît être la forme type, les pointes hyalines étant plus longues que chez la variété *brevicorne* Lemm. et plus courtes que chez la variété *cornutum* Mor. Wod. Cependant la jeune colonie 16-cellulaire observée présente des pointes entièrement vertes, d'une longueur égale à la moitié de la hauteur totale de la cellule; les parois ne sont pas renflées, la membrane est mince et, la taille mise à part, l'aspect général est celui de la variété *cornutum* (fig. 127). La présence du protoplasme dans les pointes, que cet auteur indique comme caractère de sa variété *cornutum,* peut se constater sur les jeunes colonies de *P. Kawraiskyi,* comme sur celles de *P. Boryanum.*

Dans la récolte du 27 avril 1931, les vieux cénobes mentionnés plus haut présentaient quelquefois des cellules de forme un peu aberrante : cellules très grosses, parois renflées, membranes très épaisses, rugueuses, rougeâtres, et surtout cornes courtes, cylindriques, hyalines, se détachent brusquement du corps de la cellule; certaines cellules ont l'allure de kystes et la figure 131 représente assez bien la variété *brevicorne* Lemm. (MOROSOWA-WODIANITZKAJA 157, Tab. 11, fig. 9, 10). La longueur de la pointe varie peu chez les colonies de l'étang de Serrant (moyenne 3 à 4 μ), mais elle atteint vite sa longueur maxima et ne change plus, chez les colonies adultes, quand la cellule grossit et se renfle.

D'après ce qui précède, je considère donc le type de *P. Kawraiskyi* comme réalisé par les colonies adultes vivant dans le plancton. Comme, à ma connaissance, il n'a pas été décrit d'autres variétés que celles de MOROSOWA-WODIANITZKAJA et de LEMMERMANN, je considère *P. Kawraiskyi* var. *cornutum* Mor. Wod., comme une forme de jeunesse ou d'eaux agitées; la var. *brevicorne* Lemm., comme une forme de vieillesse ou de benthos.

Il existe, dans la littérature algologique, un certain nombre de faux *P. Kawraiskyi*. LAGERHEIM, en 1900, (à cette date on n'avait encore aucun dessin de l'espèce de SCHMIDLE), rapportait au *P. Kawraiskyi* des colonies de *P. Boryanum*, de la forme *integrum* (131, p. 9, fig. 2-3). BORGE, en 1901, (31) commettait une erreur analogue (1); en 1911 (35), il confondait encore *P. Braunii* et *P. Kawraiskyi;* mais, en 1921 (37), les colonies rapportées par lui à *P. Kawraiskyi* Schm. appartiennent bien à l'espèce de SCHMIDLE. Dans une lettre du 20 octobre 1930, BORGE reconnait son erreur de 1901 et ajoute qu'il aurait dû la signaler en 1921 (37): « *P. Braunii* et *P. Kawraiskyi* sont deux espèces bien distinctes; ma figure de *P. Kawraiskyi* de 1901 (Sud-Patagonien) et la figure de LAGERHEIM de 1900 (Beeren-Island) sont différentes des figures de LEMMERMANN, LUCKS, NITARDY, SMITH, SCHUTOFF, SKVORTZOW, qui appartiennent au *P. Kawraiskyi* Schm.; dans ces dernières, les cellules sont plus ou moins oviformes, tandis qu'elles étaient plus ou moins polygonales dans les figures de BORGE et LAGERHEIM ».

P. duplex Meyen

A ce nom correspondent tous les *Pediastrum* à disque clathré, dont les cellules marginales possèdent 2 pointes simples, non bifurquées.

L'espèce de MEYEN n'a pas été dédoublée par les auteurs plus récents (2); mais de nombreuses variétés ont été établies, qui correspondent, nous l'avons vu, à des états individuels : juvénile ou sénile, planctonique ou benthique.

(1) Le *P. Kawraiskyi* signalé par BORGE à la Terre de Feu, en 1906 (*Süsswasserchlorophyceen von Feuerland und Isla Desolacion.* Kjellmann Bot. Stud., Bd. 21), n'a sans doute pas plus de valeur que celui de 1901, puisque l'auteur méconnaissait encore le véritable *P. Kawraiskyi* en 1911.

(2) J'ai cependant signalé plus haut (p. 83) que le *P. sculptatum* Smith (235 *bis*, p. 475, pl. 25, f. 13) me semblait représenter un *P. duplex* âgé, à membranes plissées à l'extrême.

Variétés supprimées

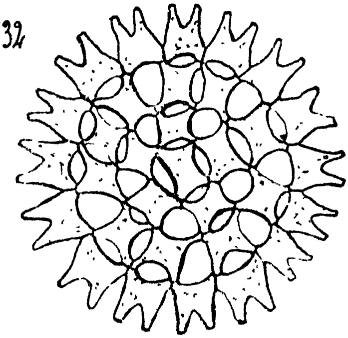
Var. *genuinum* Braun (45, p. 95): c'est la forme planctonique type.

Variétés fondées sur la grandeur des lacunes et sur la forme déliée ou massive, des pointes: *microporum* Braun (45, p. 92); *clathratum* Braun (45, p. 93); *reticulatum* Lagerheim (126, p. 56); *gracillimum* West W. et G. S. (261, p. 52).

Variétés fondées sur la longueur, la grosseur, la forme, la direction des pointes: *subintegrum* Raciborski (187, p. 26); *brachylobum* Braun (45, p. 93); *cornutum* Raciborski (187, p. 28); *recurvatum* Braun (l. c.); *gracile* Roll (195, p. 165). Ces deux dernières formes doivent leur caractère au petit nombre de cellules du cénobe.

Variétés fondées sur les ornements et la couleur des membranes: *subgranulatum* Raciborski (187, p. 23); *coronatum* Racib. (ibid., p. 24); *pulchrum* Lemmermann (134, p. 151); *asperum* Braun (45, p. 93); *rugulosum* Racib. (187, p. 24); *lividum* Racib. (ibid., p. 28).

132



133

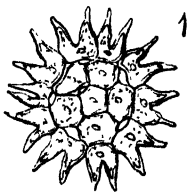


FIG. 132, 133. — *P. duplex* × 500. Formes rares. — 132, Loire; — 133, Etang des Bruyères, (Seiches) parmi les *Chara*.

On trouvera, dans la première partie de mon mémoire, de nombreuses figures, correspondant aux différentes formes que l'espèce présente communément. J'ajoute ici les dessins de deux formes rares: la figure 132 représente un cénobe provenant de la Loire; le cénobe de la figure 133 a été récolté sur des *Chara:* il est remarquable par le contraste entre les cellules marginales à pointes étirées et les cellules du disque à peine échancrées.

P. biradiatum Meyen

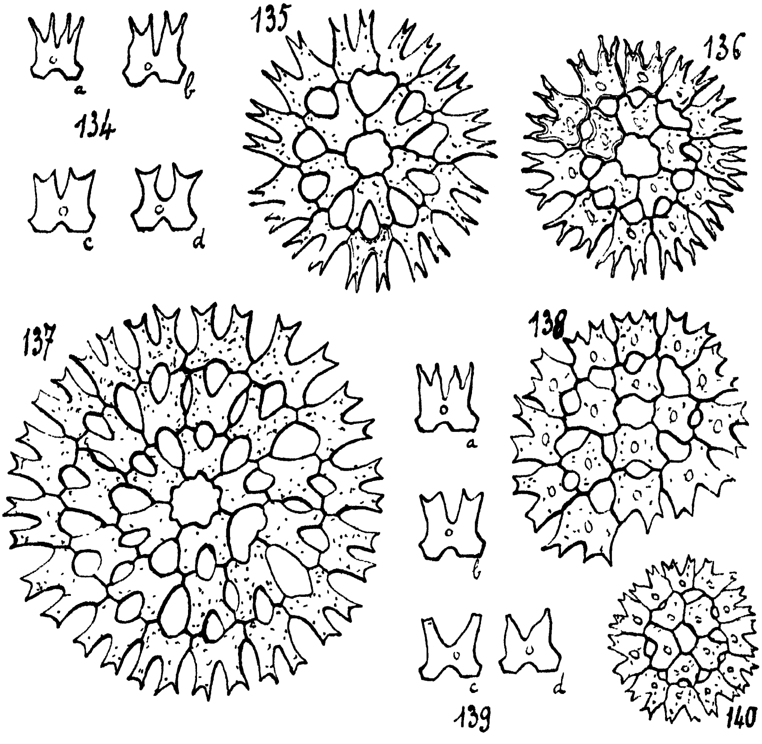


FIG. 134-140. — *P. biradiatum* × 500. — 134 : diverses formes : *a*) *longecornutum*, *b*), type, *c*) *emarginatum*, *d*) *caudatum*. — 135, Jard. bot. de Tours; — 136, Serrant; — 137, 138 : Cher; — 139 : comparaison entre *biradiatum* (*a*, *b*) et *duplex* (*c*, *d*); — 140, forme de culture (Serrant)

L'aspect des cénobes de *P. biradiatum* rappelle beaucoup celui des colonies de *P. duplex*. La forme des cellules, leur taille, la couleur, la grandeur des méats, les dimensions des colonies sont semblables chez les deux espèces; on les distingue l'une de l'autre par les caractères suivants :

a — disposition des cellules :

P. biradiatum	*P. duplex*
4 = 4 + 0	4 = 4 + 0
8 = 7 + 1	8 = 6 + 2
16 = 11 + 5 + 0	16 = 10 + 5 + 1
12 + 4 + 0 (rare !)	9 + 6 + 1
32 = 16 + 11 + 5 + 0	32 = 15 + 10 + 6 + 1
	15 + 11 + 5 + 1
	14 + 11 + 6 + 1
	16 + 10 + 5 + 1
64 néant	64 variable

On voit que les colonies 16 et 32-cellulaires ont, au centre, une *lacune* chez *P. biradiatum*, une *cellule* chez *P. duplex*.

b — terminaison des bras des cellules :

Le méplat hyalin, qui termine, en les tronquant, les bras des *duplex*, est remplacé, chez *P. biradiatum*, par deux pointes hyalines, coniques, divergentes, de longueur variant de 2 à 5 μ; les pointes sont séparées par un sillon aigu, dont le sommet s'arrête à la partie verte de la cellule.

c — les cellules du disque ont 4 bras comme chez *P. duplex;* mais les bras extérieurs sont beaucoup plus longs que les bras intérieurs, qui sont quelquefois à peine saillants du corps de la cellule.

Espèce supprimée

P. tetrapodum Morosowa-Wodianitzkaja (157, p. 29). Je rattache à *P. biradiatum* cette nouvelle espèce, fondée sur la position des pointes, l'une au-dessus, l'autre au-dessous du plan du cénobe. Quand on observe un *biradiatum* de profil, on constate que les pointes ne sont jamais rigoureusement contenues dans le plan du cénobe, mais le plus souvent alternent régulièrement de part et d'autre de ce plan; quand ce caractère s'accentue, on a le *P. tetrapodum* (fig. 111, p 77). La variété *tricornutum* Mor. Wod. de cette même espèce est une forme benthique de *P. biradiatum* et n'a aucun rapport avec le *P. tricornutum* Borge (*P. Braunii* Wartmann).

Variétés supprimées

Variétés fondées sur la longueur des pointes : *emarginatum* Braun (45, p. 102): fig. 134 *c*, 138, 140; *longecornutum* Gutwinski (98, p. 3, T. VII, f. 24): fig. 134 *a, b*, 135, 136.

Variétés fondées sur la forme et la grosseur des bras: *caudatum* Mor.-Wod. (157, p. 29, T. II, f. 24): fig. 134 et 137; *elegans* Roll.

Place du *P. biradiatum* Meyen dans la systématique des *Pediastrum*

P. biradiatum est une espèce voisine de *P. duplex:* elle en diffère essentiellement par la bifurcation des bras des cellules du pourtour (fig. 139).

J'ai signalé plus haut que la disposition des cellules, chez *P. biradiatum,* était différente de celle des cellules de *P. duplex :* les cénobes 16 et 32-cellulaires ont une lacune centrale, tandis que ceux de *P. duplex* ont une cellule au centre. Mais ce caractère, qui paraît bien constant chez les colonies habitant les masses d'eau de la région, ne paraît pas se retrouver partout, car beaucoup d'auteurs (ex. CHODAT, 55, p. 227-228) attribuent au *P. duplex* la disposition avec une lacune centrale, que j'ai vue seulement chez *P. biradiatum.*

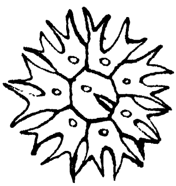
P. biradiatum se rapproche aussi parfois de *P. Tetras* (fig. 152, p. 00). Il existe, en effet, une forme de *P. Tetras*, dont les cellules marginales sont doublement incisées et possèdent ainsi quatre pointes, comme chez *P. biradiatum*. NITARDY (162, p. 181, Tab. IV, fig. 6; VIII, fig. 14; X, fig. 13) décrit, sous le nom de *P. incisum* (Ehr.) Ralfs, var. *rota* n. var., des cénobes voisins de *P. biradiatum* var. *emarginatum* (Ehr.) Br. Le premier (T. IV, fig. 6) a la cellule du *P. Tetras,* trapezoïdale et soudée à ses voisines jusqu'au sommet; mais l'incision principale est profonde et très ouverte, et il y a une lacune centrale (16 = 11 + 5), comme chez *P. biradiatum.* Chez les autres (Tab. VIII, fig. 14; X, fig. 13), la cellule du pourtour, avec ses bras libres et faiblement émarginés, rappelle plutôt celle de *P. biradiatum* que celle de *P. Tetras;* quant aux cellules du disque, dans les trois dessins, elles portent une incision si largement ouverte qu'elles présentent deux bras comme celle de *P. biradiatum* et que le disque se trouve perforé et non compact comme chez *P. Tetras.* Ceci montre que la limite n'est pas toujours facile à assigner entre *P. biradiatum* et *P. Tetras.*

Mais, contre toute vraisemblance, LUCKS (153, fig. 7) attribue à *P. biradiatum* une colonie dont les cellules marginales, de forme trapézoïdale, sont soudées jusqu'au sommet et dont le disque est plein, formé de cellules largement incisées: c'est du *P. Tetras.*

Il en est de même pour Mlle WOLOSZYNSKA (285, p. 51-52, fig. 3), qui attribue à *P. biradiatum* des colonies 8-cellulaires (7 + 1) et 4-cellulaires (4 + 0), dont les cellules marginales, nettement trapé-

zoïdales, sont soudées entre elles jusqu'au sommet, ou presque. La colonie 4-cellulaire présente 4 pointes assez longues à chaque cellule. On voit souvent un petit méat entre 2 cellules du pourtour, sur la ligne de la suture: ce caractère se rencontre quelquefois chez *P. Tetras*. Les cellules du disque sont polygonales et ont une incision sur une face. Les cellules marginales portent, sur la face externe, une incision médiane avec 2 lèvres formant pointes et 2 échancrures latérales, comme dans les colonies de *P. Tetras* du groupe du *tetraodon*. Les cénobes sont massifs et non perforés comme chez *P. biradiatum*. Il est vrai que l'auteur donne sa détermination comme douteuse et se demande si les colonies appartiennent au *P. Tetras* ou à une espèce encore non signalée.

141



142

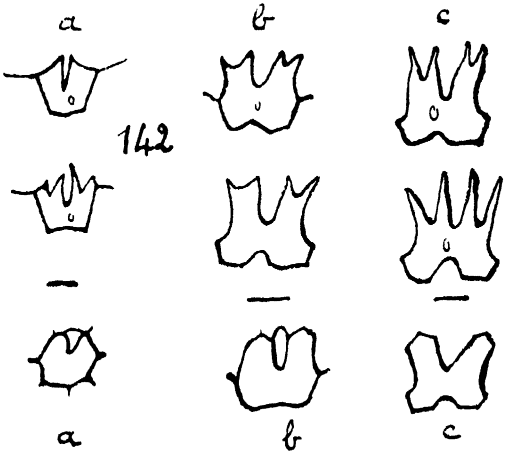


FIG. 141. — *P. biradiatum.* D'après Teiling (sub. *P. Tetras* ?).
FIG. 142. — Comparaison entre les cellules du pourtour et les cellules du disque chez *Tetras* (*a*), *biradiatum emarginatum* (*b*), *biradiatum* type (*c*).

Au contraire, TEILING (245, p. 64, fig. 13) attribue à *P. Tetras* une forme curieuse, 8-cellulaire (7 + 1). Les cellules du pourtour, soudées seulement à la base, avec des bras profondément bifurqués, sont (fig. 141) nettement *biradiatum*. Le disque sans méats, formé d'une seule cellule, soudée aux 7 autres et incisée sur une face, est nettement *Tetras;* mais nous avons vu que la forme des cellules du disque est assez variable chez *P. biradiatum* et se rapproche souvent de celle des cellules de *P. Tetras*. Pour moi, le cénobe décrit est du *P. biradiatum*.

Il vaudrait mieux attribuer à *P. Tetras* les cénobes à disque compact sans méats, à cellules internes incisées sur une face et à cellules marginales *trapézoïdales*, soudées entre elles jusqu'au sommet, avec incision principale étroite et profonde (fig. 142). C'est l'avis de Borge (38, p. 27) qui, au sujet d'une colonie dessinée par Printz (182, p. 34, T. IV, fig. 203) et rapportée par lui à *P. biradiatum* var. *granulatum*, écrit : « Cette colonie appartient bien à *P. Tetras;* les cellules périphériques sont soudées jusqu'aux angles supérieurs, tandis que chez *P. biradiatum* elles ne sont soudées qu'à la base ».

P. Boryanum (Turpin) Meneghini

Parmi les *Pediastrum* à deux pointes et à disque plein, *P. Boryanum* se distingue par ses pointes à bords symétriques, sensiblement équidistantes.

Le type de l'espèce doit être pris sur les colonies adultes vivant dans le plancton. Celles-ci diffèrent fort peu d'une station à l'autre : les pointes y sont coniques, vertes et larges à la base, hyalines et minces au sommet. J'ai montré, dans la première partie, comment la vie benthique et la vieillesse modifient le type moyen, jusqu'à le rendre méconnaissable et à donner l'illusion d'espèces distinctes.

Nombre et disposition des cellules dans le cénobe.

8 cellules :	6 + 2	RR.
16 cellules :	10 + 5 + 1	C.
	9 + 6 + 1	R.
32 cellules :	14 + 11 + 6 + 1	R.
	15 + 10 + 6 + 1	C.
	15 + 11 + 5 + 1	C.
	16 + 10 + 5 + 1	AC.

64 et 128 cellules : disposition variable : dans le premier cas, 19 à 23 cellules marginales ; dans le second, 27 à 30.

Espèces réunies à « P. Boryanum »

P. Boryanum est certainement l'espèce du genre la plus polymorphe, sans doute parce qu'elle est aussi la plus ubiquiste. Plus que dans aucune autre, les formes extrêmes ont servi de base aux algologues pour la création d'espèces distinctes ;

P. integrum Naegeli (160, p. 97, T. V, f. B 4) = *P. inerme* Bleisch (294, n° 1494), DE TONI (247, p. 573): forme benthique adulte; avec ses variétés: *tirolense* Hansgirg (102, p. 118), forme à longues pointes hyalines; *scutum* Raciborski (187, p. 7, T. II, f. 6), forme à cellule marginale convexe, sans pointes; *perforatum* Racib. (ibid., f. 5), forme à disque perforé; *priva* Printz (180, p. 173, T. X, f. 147), forme à bord marginal droit, sans pointes; *denticulatum* Lagerheim (127, p. 37, T. I, f. 29), Reinsch (190, p. 91, T. VII, f. 3), forme à petites pointes coniques : BRUNNTHALER (50, p. 92) assimile cette variété au *Braunianum*.

P. Braunianum Grunow (93, p. 494) = *P. integrum* Naeg. var. *Braunianum* Nordstedt (163, p. 8, T. I, f. 6); Raciborski (187, p. 6, T. II, f. 3); avec ses formes *brevicorne, longicorne* Racib. (ibid.): formes de passage entre *P. Boryanum* type et la forme *integrum*.

P. Pearsoni West G. S. (256, p. 79, f. 30-32) = *P. integrum* Naeg. var. *Pearsoni* Fritsch (87, p. 11, f. 3): forme benthique, plus ou moins enkystée, de *Boryanum*.

P. præcox Morosowa-Wodianitzkaja (157, p. 22, T. I, f. 1, 2; T. II, f. 1-3; 158, p. 5, f. 1, 2): forme cœlastroïde.

143

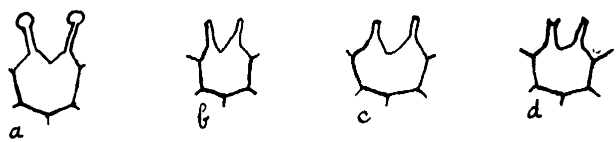


FIG. 143. — *P. Boryanum*. — Diverses formes de la pointe . capitée (*glanduliferum*) (*a*), arrondie (*b*), tronquée (*c*), excavée (*d*).

P. bidentulum Braun (45, p. 91) = *P. ellipticum* B Ralfs (188, p. 188, pl. 31, f. 10). Cette forme se distingue du *Boryanum* type par la présence de deux courtes dents hyalines au sommet de la pointe. On trouve, chez *P. Boryanum*, tous les passages entre la pointe capitée, la pointe tronquée et la pointe excavée (fig. 143): dans ce dernier cas, la pointe paraît plus ou moins bifurquée. RACIBORSKI (187, p. 34) donne cette espèce comme douteuse. Elle est signalée par FRÉMY (82, p. 246; 83, p. 177), mais comme rare. Il arrive parfois, chez *P. duplex*, que le méplat terminant le bras de la cellule marginale s'incurve et que le bord porte une ou deux pointes hyalines, qui peuvent être prolongées par des poils flotteurs : personne n'a songé cependant à détacher cette forme de *P. duplex*, pour en faire une espèce distincte,

P. Selenœa Kützing (124, p. 143) = *P. Boryanum* var. *Selenœa* **Nitardy (162, p. 78, T. VIII, f. 1, 9; T. V, f. 6. — Synonymes (?) :** *Micrasterias Selenœa* Kütz. (123, p. 604, f. 92); *P. elegans* Hassall (106, p. 389, pl. 86, f. 19; *P. lunare* Hassall (ibid., p. 392, pl 92, f. 3); *P. Napoleonis* (Turp.) Ralfs, 1844. -- Jusqu'à quel point ces diverses dénominations sont-elles synonymes ? Il est difficile de s'en rendre un compte exact: elles se rapportent à des cénobes à disque plein, caractérisés surtout par la forme *en croissant* des cellules marginales et parfois aussi des cellules du disque. Elles sont rejetées par les algologues modernes, sauf par BRUNNTHALER (50, p. 104), qui maintient encore *P. Selenœa* Kütz. (= *P. lunare* Hass., *P. elegans* Hass.) dans le « *Süsswasserflora* ». L'aspect des figures données par ces divers auteurs me donne à penser qu'il s'agit probablement de très jeunes cénobes de *P. Boryanum*, ou peut-être encore de *P. angulosum*.

P. glanduliferum Bennett (15, p. 7, f. 5-7) = *P. Boryanum* var. *capituligerum* (Lucks) Nitardy (LUCKS, 153, p. 42; NITARDY, 162, p. 179, T. VII, f. 9, et T. IX, f. 15) = *P. Boryanum* var. *longicorne* Reinsch f. *capitata glabra* et f. *capitata granulata* Fischer (81 bis, p. 18). Les caractères de cette curieuse forme ont été longuement discutés dans la première partie (p. 84 et suiv.) : les facteurs qui provoquent leur apparition restent encore obscurs pour moi; mais je crois avoir démontré que ces caractères ne sont pas héréditaires et qu'ils ne sont pas particuliers au *Boryanum*.

P. compactum Bennett (13, p. 5, f. 4, 5). L'auteur en donne la diagnose suivante: « Cœnobium invested with a distinct *gelatinous envelope...* ». Ce détail et les figures de BENNETT indiquent qu'il s'agit de jeunes cénobes de *P. Boryanum,* mieux peut-être encore de *P. angulosum,,* cénobes à nombreuses cellules, à pointes courtes, fraîchement sortis de la cellule mère.

Variétés supprimées de « P. Boryanum »

Var. *genuinum* Kirchner (116, p. 95): c'est la forme planctonique type.

Variété établie d'après la présence de petits méats: *perforatum* **Raciborski (187, p. 7).**

Variétés fondées sur la longueur, la forme, la direction des pointes: *brevicorne* Braun (45, p. 86); *longicorne* Reinsch (190, p. 96); *integriforme* Hansgirg (101, p. 267); *subuliferum* (Ktz.) Rabenhorst

(186, p. 75) ; *productum* West W. (d'après Brunnthaler, 50, p. 102) ; *divergens* Lemmermann (138, p. 92, fig. 6) ; *forcipatum* (Corda, 63) Raciborski (187, p. 15).

Variétés fondées sur le nombre et la disposition des cellules: *crucialum* Kützing (125, p. 192), cénobe de 4 cellules ; *sexangulare* (Corda, 62) Hansgirg (101, p. 110), cénobe de 16 cellules (9 + 6 + 1).

Variétés fondées sur les ornements de la membrane: *granulatum* (Ktz.) Braun (45, p. 90) ; *undulatum* Wille (273 bis, p. 28).

Variété fondée sur des cénobes déformés, en coupe: *campanulatum* Wille (279, p. 432, T. 30, f. 13 *a, b*).

Variété fondée sur des cénobes incomplets, tronqués: *depauperata* Wille (ibid., f. 14 *a-d*).

La variété *rugulosum* West G. S. (254, p. 132, T. III, f. 22) me paraît identique aux formes *araneosum* de *P. angulosum*.

P. angulosum (Ehr.). Men.

Cette espèce est assez voisine de *P. Boryanum*, avec lequel elle a été quelquefois confondue. Morosowa-Wodianitzkaja (157, p. 25, T. II, fig. 17-18) en fait une variété du *P. Boryanum*. Nitardy (162) ramène le *P. angulosum* au *P. Boryanum;* mais je ne crois pas qu'il ait observé le véritable *P. angulosum*, car je ne le vois pas dans ses dessins. Quand on a sous les yeux des récoltes où les deux espèces sont également abondantes, comme c'est le cas à l'étang de Serrant, la confusion n'est pas possible : depuis la formation du cénobe, jusqu'aux stades de vieillesse, les colonies de *P. angulosum* se distinguent sans peine des colonies de *P. Boryanum*.

Le caractère dominant de l'espèce, c'est l'échancrure externe de la cellule marginale, échancrure arrondie, dont les deux lèvres, de forme et d'épaisseur variables, plus ou moins saillantes, se trouvent rejetées sur les bords de la cellule, chacune près d'une des lèvres de la cellule voisine (fig. 144) ; ces lèvres ne constituent jamais une pointe conique, terminée par une partie hyaline, plus ou moins longue, et tronquée, comme chez *P. Boryanum;* l'échancrure est, sur les jeunes cénobes, large et profonde ; sur les vieilles colonies, elle est large et peu profonde, rarement étroite et profonde (voir figure 166, p. 134).



FIG. 144-146. — *P. angulosum* × 500. — 144 : diverses formes de la cellule marginale, — 145 : forme benthique (récolte de Deflandre) ; — 146 : forme douteuse (Cher).

Le bord externe de la lèvre, tronqué obliquement, peut être uni ou orné d'une ou plusieurs dents (fig. 124, p. 91). Dans les formes 1-2 (fig. 144), l'échancrure pénètre dans la cellule au-dessous du niveau de la suture avec les cellules voisines; dans la forme 3, l'échancrure très ouverte occupe presque tout le bord libre. Les lèvres sont toujours entièrement vertes; les ornements en plis anastomosés les recouvrent comme le reste de la cellule; souvent, sur les vieilles colonies, elles portent à leur extrémité une petite concrétion hyaline courte et large. Le disque est très souvent percé de petits méats: ils proviennent de l'excavation de la cellule sur une face, le plus souvent la face extérieure; la cellule est réniforme ou plus ou moins quadrangulaire et allongée suivant la tangente; plus rarement le disque est plein et les cellules polygonales (fig. 50, p. 37).

Les ornements des membranes cellulaires consistent en des *plis* en relief, anastomosés en réseau; sur les cellules du pourtour, ils partent de l'extrémité des lèvres de l'échancrure, gagnent le milieu de la cellule, où ils s'anastomosent, et de là se relient à ceux des cellules voisines. Ces plis sont de nature pectique; ils n'existent pas chez les jeunes colonies. Ils me paraissent très caractéristiques de l'espèce, parce que je ne les ai jamais rencontrés sur le *P. Boryanum,* qui ne porte que des granulations. On ne les observe jamais sur les jeunes cénobes: pour une colonie de 64 cellules, il faut que la taille atteigne et même dépasse 100 μ pour que les ornements soient bien apparents: ils s'épaississent ensuite et de nouvelles rides apparaissent à mesure que le cénobe grandit. Ces réseaux fixent fortement les colorants pectiques (rouge neutre, bleu de méthylène. hématoxyline ammoniacale). Sur les colonies des cultures, les réseaux tardent de plus en plus à apparaître et sont de moins en moins épais; mais ils sont encore bien visibles sur les viéilles colonies.

J'ai représenté (fig. 147) les différentes formes des cellules du pourtour chez *P. Boryanum* et chez *P. angulosum*. On remarquera la convergence des formes des cellules marginales chez les deux espèces; la pointe hyaline tronquée, distincte de la cellule verte,

147

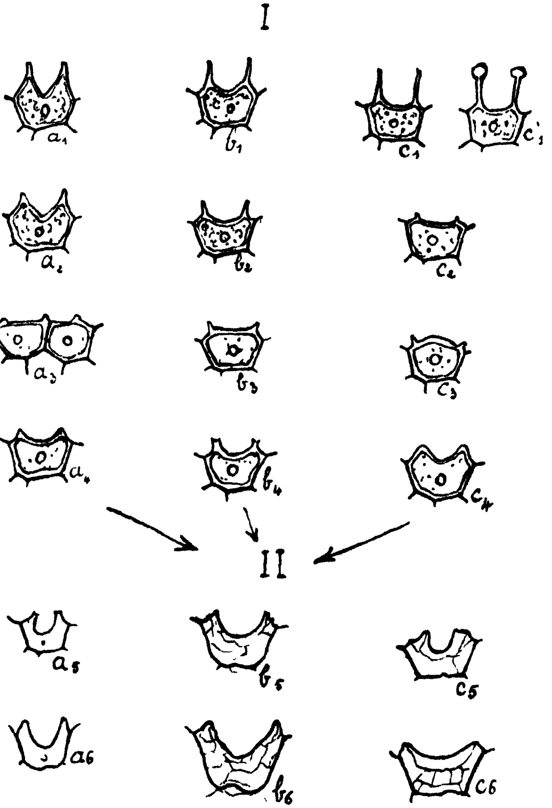


FIG. 147 — Diverses formes de *P. Boryanum* (I) et *P. angulosum* (II). Relations entre les deux espèces.
1) Evolution du *Boryanum type* (a_1) vers la forme *muticum longicorne* (*c*) et la forme *glanduliferum* (c'_1).
2) Evolution du *Boryanum* (a_2) vers la forme *muticum brevicorne* (c_2).
3) Formes *integrum*.
4) a_4 Forme *vagum* (= *rugosum* Racib.); *b*, forme *bidentulum*; c_4, forme *loevigatum*.
5), 6) Diverses formes de *P. angulosum*.

est un caractère bien fidèle de la 1[re] espèce, comme l'échancrure arrondie pour la 2[e]; cependant il arrive qu'on ne peut distinguer de pointe hyaline chez *P. Boryanum* et que, chez *P. angulosum*,

l'échancrure est si peu marquée que les lèvres sont saillantes comme deux lobes au-dessus du bord presque droit; dans ce cas, les ornements cellulaires seuls, permettent de distinguer les deux espèces: les cénobes de *P. Boryanum* ont toujours des granulations, jamais de plis; ceux de *P. angulosum* ont des plis, jamais de granulations.

Les figures 145 et 146 représentent des formes aberrantes, remarquables, entre autres caractères, par l'échancrure profonde et relativement étroite de la cellule marginale.

Espèce supprimée

P. polydens Morosowa-Wodianitzkaja (157, T. II, f. 20; 158, f. 5, 6). L'apparition de dents sur les pointes s'observe quelquefois chez les vieux cénobes. La figure 6 de l'auteur se rapporte mieux, d'ailleurs, à un *P. duplex*.

Variétés supprimées

a) *arancosum* Raciborski (187, p. 18); *impeditum* Racib. (ibid., p. 20); *gyrosum* (ibid.); *Haynaldii* Racib. (ibid., p. 21): ces quatre variétés diffèrent peu de la forme type; elles portent des réseaux caractéristiques de l'espèce: je les considère comme des formes de vieillesse.

b) *lævigatum* Raciborski (187, p. 17); *rugosum* Racib. (ibid., p. 21): variétés fondées sur l'absence de plis (caractère de jeunesse), ou la présence d'ornements différents.

c) *truncatum* Gutwinski (96, p. 68, T. II, f. 3). Sous ce nom, l'auteur présente des cénobes 5-6-cellulaires, donc irréguliers par le nombre de leurs cellules; les cellules marginales ont une échancrure relativement profonde et aiguë, très différente de celle que j'ai l'habitude de voir chez les *angulosum* d'Anjou; chaque lèvre est limitée extérieurement par une ligne droite, qui porte, à ses deux extrémités, une dent plus ou moins longue, celle du milieu plus longue que l'autre, cylindrique, hyaline. Il est difficile d'attribuer cette forme à une espèce déterminée, avec quelque certitude. La soudure presque complète des cellules marginales fait penser à un *Tetras*, dont les lèvres seraient plus écartées que d'ordinaire.

P. Tetras (Ehrenberg) Ralfs

Les cénobes de cette espèce présentent quelques caractères bien constants :

la forme trapézoïdale des cellules du pourtour, soudées les unes aux autres sur toute leur longueur;

l'échancrure, ou incision, étroite et profonde, qu'elles portent, ainsi que celles du disque;

l'absence de plis simples ou anastomosés et de granulations sur la membrane cellulaire.

Nombre et disposition des cellules :

4 =	4 + 0	CCC
8 =	7 + 1	CCC
16 =	11 + 5	C
32 =	16 + 11 + 5............	R
64 =	inconnu.	

Les différentes formes du bord externe de la cellule du pourtour permettent de classer les colonies en deux groupes principaux :

1° Cellules du pourtour avec une seule incision plus ou moins profonde et aiguë: groupe de *l'excisum* (fig. 148).

2° Cellules du pourtour avec deux incisions ou échancrures supplémentaires, moins profondes que la principale; cellules à pointes biradiées: groupe du *tetraodon* (fig. 149).

Mais, comme le montrent les dessins de la figure 150, toutes les formes de passage se trouvent entre ces deux groupes et l'on peut diviser autrement les différentes formes :

1) pointes non saillantes : bord droit, ou concave, ou subdivisé par une incision supplémentaire peu profonde (fig. 150 *a*).

2) pointes saillantes : bord simple, ou concave, ou subdivisé par une incision supplémentaire aiguë, peu profonde (fig. 150 *b*).

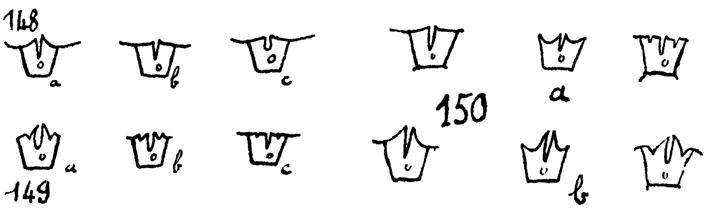


FIG. 148-150. — *P. Tetras* × 500. Diverses formes de la cellule marginale. (Voir le texte).

Groupe de l'*excisum*

Les figures 151, *1* à *13*, etc., représentent les formes les plus communes dans l'étang du Jardin botanique de Tours. On les trouve également partout. J'ai remarqué que les colonies fixées ont les pointes réduites (fig. *2, 3, 10*), tandis que les formes des figures *1, 4*, sont des formes planctoniques. Les figures *8, 12, 13* représentent les formes rares; certaines correspondent assez bien à quelques variétés des auteurs; par exemple la figure *8* à la forme *obtusata* Racib. (187), la fig. *12* à la variété *longicornis* (Racib.?) West G. S., les figures *9, 10* à la variété *anomalum* de Handa.

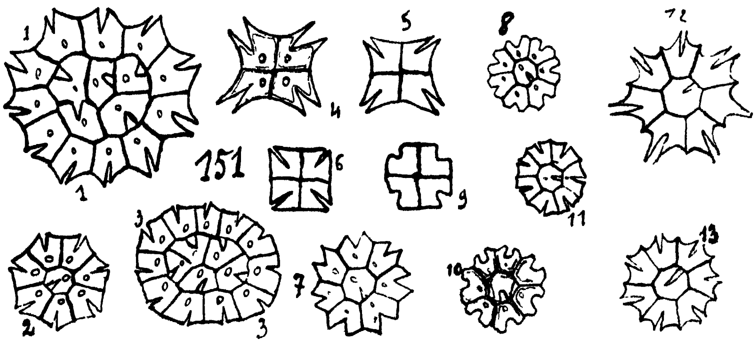


FIG. 151. — *P. Tetras* × 500. Groupes de l'*excisum*. (Voir le texte).

Groupe du *tetraodon*

Les figures 152; *14, 15*, représentent des formes abondantes dans l'étang de Serrant. Les cénobes des figures *17, 18* ont été trouvés dans la Loire, en 1929, en automne, à la période des basses eaux. Les colonies des figures *21, 22*, chez lesquelles la double pointe des cellules marginales est à peine marquée, constituent entre les deux groupes des formes de passage que l'on peut rencontrer partout.

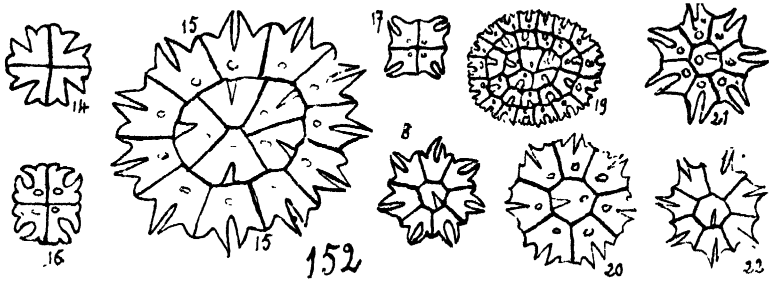


FIG. 152. — *P. Tetras* × 500 (sauf *15*, × 750). Groupe du *tetraodon*. (Voir le texte).

Les cénobes des figures 153, *a, b* correspondent à peu près au *P. obtusum* de LUCKS (153, p. 43, fig. 5). J'ai trouvé cette forme le 2 mai 1929, dans des matériaux provenant du grattage de feuilles immergées dans l'étang du Jardin botanique de Tours. L'aspect général du cénobe est assez différent de celui de la colonie de la figure 151 *1*, que l'on l'on trouve dans le plancton de l'étang, pour donner d'abord l'impression d'un organisme différent; mais, si l'on se reporte aux dessins des cénobes à pointes non saillantes, on trouve tous les passages entre *P. Tetras* type et *P. obtusum.*

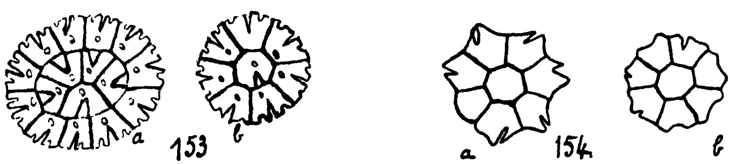


FIG. 153, 154. — *P. Tetras* × 500. — 153, formes benthiques, Jard. bot. de Tours; — 154, formes de cultures

Les figures 154 *a, b*, représentent des colonies chez lesquelles on ne voit pas d'incision sur la cellule centrale et l'incision paraît manquer aussi sur certaines cellules du pourtour. Etant donné l'extrême rareté de ces cénobes et leur aspect général, qui est celui du *P. Tetras,* je considère ces formes comme étant dues à des variations individuelles.

Il est difficile de fournir une explication satisfaisante pour toutes ces variations, plus ou moins marquées et reliées entre elles par toutes les transitions. *P. Tetras* est le moins planctonique de tous les *Pediastrum:* on saisit moins facilement les modifications qu'il subit dans le passage de la vie benthique à la vie pélagique.

De plus, les stades de vieillesse n'y sont pas indiqués par des caractères, tels que des granulations, comme on en trouve chez d'autres; ce qui permettrait peut-être de saisir l'influence de l'âge sur d'autres détails de la morphologie.

Pour une espèce si commune et si polymorphe, d'ailleurs, il est remarquable que *P. Tetras* ait été si peu découpé par les algologues modernes et ait donné naissance à un si petit nombre de variétés.

Espèces supprimées

P. obtusum Lucks (153, p. 43, fig. 5): espèce fondée sur la longueur des pointes et la présence de deux incisions supplémentaires sur la cellule marginale.

P. incavatum Turner (251, p. 160, T. XXI, fig. 21): le dessin de l'auteur rappelle un *P. Tetras*, mais je n'ai jamais observé de colonies semblables; la variété *irregularum* de HANDA (100, p. 261) est établie sur une disposition peu commune: 6 cellules au pourtour, au lieu de 7.

Variétés supprimées

1) *tetraedron* (Corda. 63) Rabenhorst (186, p. 78); *excisum* Rabh. (ibid.); *longicornis* Raciborski (?), WEST (254, p. 132, T. V, f. 5): cette variété n'existe pas dans le mémoire de RACIBORSKI (187); WEST a peut-être emprunté la dénomination à GUTWINSKI (95, p. 10; 97, p. 305; 99, p. 113), qui l'attribue aussi à RACIBORSKI, mais en renvoyant à des figures de ce dernier, qui se rapportent non à *P. Tetras*, mais à *P. muticum* et à *P. Boryanum*. Variétés fondées sur des modifications individuelles du bord de la cellule marginale et sur la longueur des pointes.

2) *perforata* Woloszynska (282, p. 196): variété caractérisée par la présence de petits méats.

3) *burmanicum* Handa (100, p. 261, T. IV, f. 3); *anomalum* Handa (ibid.): variétés créées d'après des cénobes 4 ou 8-cellulaires, à incisions plus larges, à pointes plus écartées que chez les cénobes 16-cellulaires.

P. Braunii Wartmann

Wartmann et Schenk : *Schweizerische Kryptogamen*, fasc. 1, n° 32, St Gallen, 1862; Borge (35, p. 25).
Synonyme: *P. tricornutum* Borge (25, p 4, f. 3).

Historique

C'est dans les lacs et les marécages tourbeux des hautes montagnes (St-Moritz, Engadine) que Wartmann découvrit son *P. Braunii*. Il en donne la description suivante (d'après Borge, 35, p. 25):

« De toutes les espèces de ce groupe (*Tetractinium*), mon espèce se distingue par la division à peine marquée des cellules du pourtour en deux bras; le developpement des quatre courtes cornes est très inégal; il n'est pas rare que les deux dents du milieu soient avortées, du moins l'une d'elles l'est souvent, de sorte que les cellules marginales n'ont souvent que trois cornes. Les cornes latérales disparaissent aussi quelquefois presque complètement; celles des bords de deux cellules voisines sont parfois si rapprochées qu'elles paraissent n'en faire qu'une seule. Les cénobes sont le plus souvent à 8 cellules = 7 + 1 (diamètre de 20 à 38 μ) et à 4 cellules (diamètre de 20 à 28 μ). Chez ces dernières, tantôt les quatre cellules sont en cercle, renfermant au milieu une petite lacune quadrangulaire, tantôt elles sont disposées de telle maniere que deux cellules se touchent au milieu (2 + 2). On trouve aussi, entre autres dispositions: 7 = 6 + 1, 8 = 1 + 5 + 2, 16 = 5 + 11 (une petite lacune à cinq angles au centre) ».

P. Braunii est mentionné par Rabenhorst (186, p. 78) et par de Toni (247, p. 583). Ce dernier donne la diagnose suivante :

« *Cœnobiis orbicularibus 18-38 μ diam., continuis (soepissime tamen lacuna parva centrali), glauco-viridibus (siccatis), e cellulis 4 (2 + 2) 7 (1 + 6), 8 (1 + 5 + 2) vel 16 (11 + 5) formatis; cellulis periphericis late cuneatis, a basi ad apicem usque concretis, levissime emarginatis, vix bilobis, quadricornibus; cornibus plus minusve evolutis (haud raro uno alterove rudimentari vel subnullo); cellulis centralibus polygoniis* ».

Nitardy (162, p. 156), qui rapporte cette diagnose, croit que *P. Braunii* Wartm. doit être rapporté à *P. Tetras* Ralfs (= *P. incisum*

Hassall). Il remarque que le nombre des cellules des cénobes et leur disposition indiquent des colonies irrégulières ($8 = 1 + 5 + 2$); la combinaison $7 = 1 + 6$ lui paraît douteuse. La diagnose de Wartmann, d'après lui, s'appliquerait bien à *P. Tetras* (= *P. incisum*), si l'on avait indiqué une incision sur les cellules du disque. En effet, Wartmann ne parle pas d'incisions sur les cellules du disque; au contraire il fait remarquer que la cellule du pourtour n'est pas divisée nettement en deux bras.

En 1892, Borge (**25**, p. 4, fig. 3) signale, sous le nom de *P. tricornutum*, une nouvelle espèce avec la diagnose suivante : « *cœnobio orbiculari, continuo; cellulis peripharicis trapeziformibus margine extremo tricornutis, centralibus polygonis* ».

Dans le dessin de Borge, toutes les cellules marginales ont trois cornes; c'est ce qui explique qu'aucun auteur, excepté Lagerheim, ne s'apercevra de la ressemblance de *P. tricornutum* et de *P. Braunii*: il faudra attendre que Borge lui même, en 1911, nous dise, comme nous le verrons, que ces deux noms désignent la même plante et que le sien doit disparaître comme postérieur. Malgré cela, d'ailleurs, la plupart des algologues actuels désignent encore la plante de Wartmann sous le nom de *P. tricornutum* Borge.

Schmidle (**197**, p. 5), en 1895, décrit une variété du *P. tricornutum* Borge: var. *alpina*, avec 2 formes: *f. simplex* et *f. evoluta*. Les colonies diffèrent de la forme type (var. *genuina* Schm.) en ce qu'ils sont perforés; la forme *simplex* désigne les colonies 4-cellulaires, la forme *evoluta*, les cénobes à 16 cellules. Mais, dans les dessins de Schmidle, presque toutes les cellules du pourtour ont quatre cornes, ce qui les fait ressembler beaucoup à celles des cénobes de Wartmann; cependant Schmidle ne mentionne pas *P. Braunii*.

L'année suivante, Schroder (**205**, p. 22, T. L, fig. 7) décrit une forme de *P. tricornutum* Borge à membranes portant des granulations.

Chodat (**55**, p. 230), en 1902, rattache *P. Braunii* Wartm. à *P. biradiatum* Meyen, à cause des 4 cornes sans doute, et signale à côté *P. tricornutum* Borge, qu'il a trouvé dans des formations tourbeuses (lac de Champex, dans les Sphaignes, Trélasse, Grand Saint Bernard); la forme diffère de celle de Borge: « Chaque cellule périphérique, dit-il, porte vers chaque extrémité du bord externe une petite corne hyaline courte, et sur la face, à quelque distance de la

marge externe, un appendice conique couché, qui dépasse à peine le bord et est terminé également par un bouton hyalin (55, fig. 155).

NITARDY (162, p. 168, 180) tient l'organisme de CHODAT pour différent de celui de BORGE, mais ne signale aucune relation entre eux et le *P. Braunii* Wartm.

CHODAT (56, p. 95), en 1922, décrit longuement l'organisme signalé par lui en 1902 sous le nom de *P. tricornutum* Borge, qu'il a retrouvé en abondance dans les mares alpines du Grand Saint Bernard et dans les marais tourbeux de Champex. C'est bien l'espèce de BORGE, mais la cellule marginale a quatre pointes, dont les deux plus externes sont généralement dans le plan du cénobe. Ce dernier est souvent irrégulier et cœlastroïde. CHODAT décrit la multiplication: la jeune colonie s'organise hors de la cellule mère, à l'intérieur d'une vésicule; mais la multiplication se fait aussi, comme chez *P. Boryanum*, par autocolonies. Quelquefois les corpuscules verts ne s'organisent pas, restent isolés et prennent alors l'aspect de polyèdres. Mais CHODAT ne parle pas, dans cette note, de *P. Braunii* Wartm.

Cependant LAGERHEIM (131), en 1900, avait parlé du *P. Braunii* Wartm., dans son ouvrage sur le planeton de l'Ile-aux-Ours, et s'était aperçu, le premier, de sa ressemblance avec le *P. tricornutum* Borge; il dit en effet (p. 10, en note): « *P. tricornutum* Borge est sans doute identique à cette espèce (*P. Braunii*): ce nom (*tricornutum*) est donc à supprimer, et aussi pour cette autre raison que l'espèce n'a pas trois, mais quatre cornes; il semble que cette espèce franchement sphagnophile est largement répandue ».

En 1911, BORGE (35), s'occupant de la flore planctonique du Spitzberg, consulta le travail de LAGERHEIM sur l'Ile-aux-Ours et, trouvant la note dont nous avons parlé, voulut savoir si son *P. tricornutum* était bien identique, comme le croyait LAGERHEIM, au *P. Braunii* Wartm. Voici ce qu'il dit à se sujet (p. 25) : « *P. Braunii* Wartm. = *P. tricornutum* Borge. J'ai vu peu d'exemplaires: quelques uns correspondaient au *P. tricornutum* Borge; chez les autres, au contraire, les cellules étaient munies de 4 petites cornes. LAGERHEIM suppose que *P. tricornutum* Borge est identique à *P. Braunii* Wartm.; me reportant à la description de ce dernier organisme par RABENHORST (Fl. Eur. Alg.), je jugeai la supposition fondée. Sur ma demande, je reçus du Muséum Botanique de Zurich un

exemplaire original du *P. Braunii* Wartm.; l'examen me prouva la justesse de l'hypothèse de LAGERHEIM. Les cellules du pourtour, vues de front, sont à 4 cornes; les deux cornes du milieu sont un peu redressées; parfois ces deux cornes ou l'une d'elles sont rabattues et un peu écrasées; dans ce dernier cas, on a une forme à trois cornes, ce qui m'avait déterminé à l'appellation *tricornutum* ». BORGE reproduit ensuite la diagnose de WARTMANN, qu'il fait suivre de ces remarques: « On pourrait rapporter au *P. Braunii* le *P. Kawraiskyi* Schmidle; d'après la diagnose de SCHMIDLE, le *P. Kawraiskyi* diffèrerait du *P. Braunii* par l'absence des cornes des côtés et par les granulations de la membrane; or, WARTMANN dit que les cornes des côtés peuvent manquer chez *P. Braunii*. Quant aux granulations. SCHRÖDER (Neue Beitr. Alg. Riesengeb., S. 22, T. I, fig 2) a décrit un *P. tricornutum* granuleux ».

On a vu, en effet, précédemment, que BORGE avait longtemps méconnu le vrai *P. Kawraiskyi*, mais l'avait bien distingué du *P. Braunii* en 1921.

MOROSOWA-WODIANITZKAJA (157, p. 28, T. II, fig. 26 et 30) n'admet pas l'espèce de BORGE: elle la rattache, à titre de variété, en partie à *P. Tetras*, en partie à son *P. tetrapodum*. Elle ne mentionne pas le *P. Braunii* Wartm. Les dessins qu'elle donne de la variété *tricornutum* du *P. tetrapodum* (157, T. II, fig. 26 et 158, fig. 4) ne rappellent nullement le *P. Braunii* Wartm.; les cellules du pourtour sont biradiées; il en est de même de sa fig. 30 de la pl. II, qui représente le *P. Tetras* var. *caudatum* Br. (syn. du *P. tricornutum* Borge, d'après MOROSOWA-WODIANITZKAJA; les cellules ont quatre pointes dans un même plan et sont incisées. Cet auteur n'a donc pas trouvé en Russie le véritable *P. Braunii* Wartm. (= *P. tricornutum* Borge).

En résumé :

1° *P. Braunii* Wartm. est identique au *P. tricornutum* Borge et cette dernière appellation doit disparaître comme postérieure, et d'ailleurs inexacte, puisque la cellule du pourtour a 4 cornes.

2° *P. Braunii* Wartm. est absolument différent du *P. Kawraiskyi* Schm., du *P. biradiatum* et du *P. Tetras* qui, nous l'avons vu, constituent des espèces bien distinctes.

Description (Fig. 155 à 158)

J'ai pu étudier la morphologie de *P. Braunii,* grâce à l'obligeance de M. Deflandre, qui a communiqué à M. Bioret un échantillon de sa récolte d'une fleur d'eau, du 28 août 1925, dans la tourbière à Sphaignes des Praiges (Haute-Savoie).

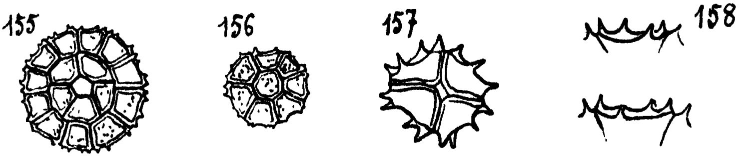


Fig. 155-158. — *P. Braunii* × 500. (158, × 750). Récolte de M Deflandre.

Le disque est simple et sans lacune (rarement un petit méat ou deux dans les cénobes 16-cellulaires); les cellules du disque sont polygonales et non incisées; les cellules marginales sont trapézoïdales, comme chez *P. Tetras*, mais ni incisées, ni biradiées, et soudées les unes aux autres jusqu'au sommet. Le bord frontal libre est élargi en forme de cupule aplatie et ovale; il porte 4 cornes hyalines courtes, faiblement tronquées ou pointues: une à chaque extrémité et deux au milieu; les premières sont ordinairement dans le plan du cénobe: les autres en-dessus et en-dessous, aussi ne sont-elles pas toujours visibles: souvent l'on n'en voit qu'une; elles ne se trouvent jamais au milieu du bord, comme dans l'organisme de Chodat (55, p. 230, fig. 155) et ne portent pas de bouton hyalin à leur extrémité. La membrane des cellules est lisse.

Disposition des cellules dans le cénobe :

4 cellules:	2 + 2	R.
8 cellules:	7 + 1	CC.
16 cellules:	11 + 5	CC.
32 cellules:	pas observé.	

Dimensions moyennes :

Diamètre des cénobes 4-cellulaires: 28 μ; 8-cellulaires: 30 35 μ; 16-cellulaires: 40-50 μ. Longueur des pointes: 2 μ.

Espèce à supprimer

P. tricornutum Borge (25): dénomination postérieure à *P. Braunii*, reconnue comme synonyme par BORGE lui-même.

Variétés et formes supprimées

genuina Borge (25, p. 4, f. 3): c'est la forme type.

alpina Schmidle (197, p. 5): variété établie sur de petits méats.

simplex Schmidle, *evoluta* Schmidle (ibid.): formes fondées sur le nombre des cellules du cénobe (respectivement 4 et 16).

TROISIÈME PARTIE

REPRODUCTION

L'examen de nombreuses pêches, riches en *Pediastrum* variés, m'a fourni l'occasion d'observer, à maintes reprises, les différents stades de la reproduction asexuée, principalement chez *P. Boryanum* et *P. duplex*. Ce mode de multiplication est de beaucoup le plus fréquent.

L'émission de gamètes a été observée par DE BARY et décrite par BRAUN (45, p. 67, Tab. II, fig. B), d'après les renseignements à lui fournis par DE BARY. Suivant ces auteurs, il existerait des macrogamètres (macrogonidies) et des microgamètes (microgonidies), à un ou deux cils, sortant de la cellule mère en une masse renfermée dans une vésicule; celle-ci s'échapperait par une fente comme pour les zoospores et se résorberait peu à peu, en se dilatant, dans le milieu ambiant. La conjugaison aurait lieu après la mise en liberté des gamètes, mais elle n'a pas été observée.

Cette description ne concorde pas avec celle de CHODAT (**55**, p. 179), qui dit: « Tandis que les zoospores sont entourées par la vésicule, les gamètes sont mis directement en liberté, ce que j'ai pu constater ».

ASKENASY (**8**) a décrit, chez *P. Boryanum,* des polyèdres semblables à ceux de l'*Hydrodictyon,* germant en donnant directement des zoospores, renfermées dans une vésicule et s'organisant en une nouvelle colonie.

Malgré l'observation attentive, suivie pendant cinq années, des

Pediastrum de l'étang du Jardin botanique de Tours, je n'ai jamais rien vu qui ressemblât à une émission de gamètes ou à un *polyedrium*. Je considère donc la reproduction sexuée comme très rare et j'ignore complètement quelles sont les conditions naturelles qui la provoquent.

Tout ce qui suit se rapporte uniquement à la multiplication asexuée. Elle est essentiellement caractérisée, on le sait, par une sporulation à l'intérieur d'une cellule quelconque de la colonie; les spores, provenant de la division répétée du noyau, sont en nombre variable, mais ce nombre est toujours une puissance de 2. Elles passent d'ordinaire par un stade zoospore, qui ne comporte pas d'existence libre à l'extérieur. Ces zoospores, enfermées dans une enveloppe commune, finissent par se disposer dans un plan et constituer une colonie semblable à la colonie mère.

La reproduction asexuée n'avait été observée, à ma connaissance, que chez *P. Boryanum, duplex, Tetras* et *Braunii;* j'ai pu en suivre les différents stades chez *P. biradiatum* et *P. angulosum ;* je l'ai observée en partie chez *P. simplex* et *P. Kawraiskyi.*

L'existence des zoospores est certaine chez toutes ces espèces, sauf chez *P. Tetras.*

La formation d'une nouvelle colonie se fait le plus souvent à partir d'une cellule ordinaire, plus rarement à partir d'une cellule enkystée.

CHAPITRE PREMIER

REPRODUCTION ASEXUEE A PARTIR DE CELLULES ORDINAIRES

I. *P. Boryanum*

A. REPRODUCTION NORMALE

La reproduction consiste dans l'émission d'une vésicule hyaline, contenant des corpuscules verts mobiles (zoospores), qui s'étalent sur un plan et s'unissent les uns aux autres pour former une nouvelle colonie. Le phénomène a été observé la première fois par Braun (44) et étudié par Chodat et Huber (58). Voici quelques détails nouveaux.

La formation des colonies débute d'ordinaire dans les cellules du disque: souvent, de la colonie mère, il ne reste qu'une couronne de cellules vertes (fig. 159); parfois cependant c'est le contraire qui se réalise: on a une couronne de cellules vides et le centre vert; mais ce dernier cas est très rare.

Dans l'étang du Jardin botanique de Tours, les colonies qui donnent des cénobes, au printemps, ont sensiblement la même taille: colonies 16-cellulaires: 80 μ; colonies 32-cellulaires: 90 μ. La cellule a, en moyenne, 15 à 18 μ de diamètre; les parois ne sont pas ou peu granuleuses.

La division cellulaire qui précède la formation des zoospores paraît rapide. Mes observations sont malheureusement rares sur ce point; mais j'ai vu la division en 16 masses vertes du contenu d'une cellule marginale; elle a duré 3 minutes. La première segmentation s'est faite parallèlement aux pointes.

Les corpuscules verts se transforment en zoospores et entrent en mouvement un peu avant l'émission de la vésicule (fig. 159), à l'intérieur de la cellule mère; j'ai vu la vésicule, détachée des parois

de la cellule mère, rouler sur elle-même à l'intérieur de cette dernière, entraînée par les zoospores en mouvement.

Après l'émission de la vésicule, le mouvement des zoospores dure peu: de 5 à 15 minutes; elles s'étalent sur un plan et se disposent en cercles autour d'une cellule centrale (cénobes 16 et 32-cellulaires); les pointes apparaissent aussitôt au pourtour; la vésicule s'étale, se dilate et devient de moins en moins visible. J'ai noté : mouvement des zoospores: 10'; étalement sur un plan: 3'; apparition des pointes avec échancrure des cellules marginales: 2'; puis la vésicule disparaît peu à peu.

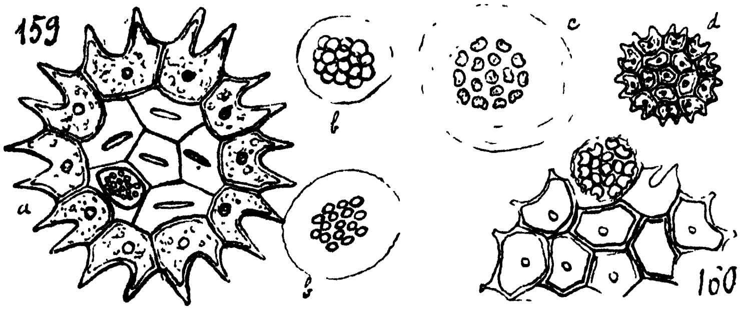


FIG. 159, 160. — *P. Boryanum* × 500. Multiplication asexuée. — 159, Divers stades de la multiplication. Récolte fraîche, Jard bot. de Tours — 160, Multiplication dans un cénobe de cultures.

Il n'y a jamais qu'une vésicule par cellule mère; mais le nombre des corpuscules verts dans la vesicule n'est pas toujours égal au nombre des cellules de la colonie mère: dans les colonies 32-cellulaires, l'organisation de la colonie fille, c'est à dire la disposition des cellules, diffère le plus souvent de celle de la colonie mère.

Normalement les zoospores ne s'organisent qu'en une seule colonie.

Les corpuscules verts s'unissent, mais sans se toucher, par l'intermédiaire d'un réseau continu dont ils garnissent les mailles, que l'on voit se dessiner quand la vésicule se dilate et disparaît : c'est la première ébauche du squelette cénobial. La substance qui constitue le réseau est de nature pectique: les jeunes colonies, vidées par l'hypochlorite de soude, ne donnent, avec l'iode et l'acide sulfurique, qu'une coloration à peine violette; mais elles fixent très bien

le rouge neutre. D'où vient le réseau, embryon du squelette de la colonie ? Est-il secrété par les corpuscules, ou provient-il de la vésicule qui les a renfermés ? Il ne doit pas exister de différence entre ce cas particulier et le cas général: chez toutes les Algues à membrane celluloso-pectosique qui se reproduisent par zoospores isolées, la zoospore mobile est toujours une *cellule nue,* qui secrète son enveloppe rigide, après s'être fixée.

B. MODIFICATIONS DANS LE MODE DE REPRODUCTION ASEXUEE

Chodat et Huber (58) ont étudié l'influence de la concentration des sels dissous dans le milieu liquide sur la multiplication: il se produit un retard dans la sortie de la vésicule; les zoospores perdent leur mobilité, les colonies restent plus ou moins en boule, au lieu de s'étaler, formant ainsi des colonies *cœlastroïdes;* enfin l'organisation de la colonie fille commence dans la cellule mère et la vésicule n'apparaît plus.

J'ai remarqué moi-même qu'il suffit d'abandonner une culture spontanée dans un cristallisoir non couvert, où l'évaporation de l'eau est active pour obtenir les colonies cœlastroïdes; elles sont beaucoup plus rares lorsqu'on empêche l'évaporation.

Dans les vieilles cultures (6 à 10 mois) on observe alors des modifications dans le mode de multiplication asexuée. La durée de la phase zoospore, qui est normalement courte, diminue encore; le mouvement des corpuscules cesse aussitôt après l'émission de la vésicule; la colonie, dans ce cas, s'organise encore en dehors de la cellule mère. Le mouvement des zoospores peut aussi cesser avant l'émission et il arrive même qu'il n'a plus lieu du tout. Dans ce cas, la colonie s'organise dans la cellule mère; on ne voit plus ni vésicule, ni fente; la multiplication a lieu par auto-colonie comme chez *Scenedesmus quadricauda* ou *Coelastrum microporum* (fig. 160).

Chodat (58) a montré que la transformation de la multiplication par zoospores en multiplication par auto-colonie avait lieu aussi, et rapidement, sous l'influence de l'augmentation de la concentration du milieu nutritif. Nous venons de voir que l'absence de flottement peut produire à la longue le même effet.

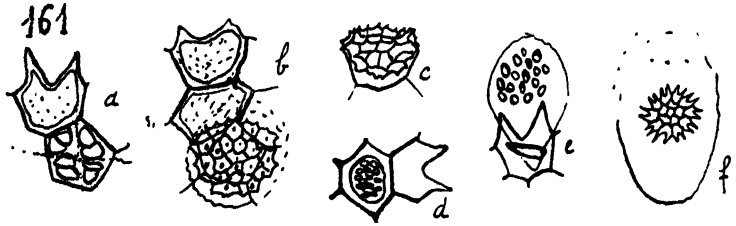


FIG. 161. — *P. Boryanum* × 500. — Multiplication asexuée. (Voir le texte).

J'ai réuni, dans la figure 161, des fragments de cénobes de *P. Boryanum,* portant des cellules en voie de multiplication asexuée; en *a,* on voit une cellule dont le contenu est divisé en 8 masses vertes, arrondies, à peu près égales, groupées deux à deux; il y a eu deux plans de division sensiblement perpendiculaires. En *b,* une colonie cœlastroïde irrégulière naît de la cellule centrale d'un cénobe à 16 cellules; elle est entourée d'une gelée hyaline; la cellule mère ne porte pas de fente: je crois qu'ici l'expulsion de la colonie fille a eu lieu par une déchirure latérale continue, une des faces de la cellule mère s'étant soulevée, comme le couvercle d'une tabatière, sous l'influence de la gelée. En *c,* la colonie fille s'est constituée entièrement dans la cellule mère. On remarquera que dans ces deux derniers cas, où le dégagement de la colonie fille a été imparfait ou nul, les cellules marginales sont du type *integrum.* Or ces cas de multiplication ont été observés sur des cultures de récoltes planctoniques de l'étang du Jardin botanique de Tours, cultures âgées de 2 à 4 mois. Il semble donc que, dans la vie fixée, les anomalies que l'on observe dans la multiplication végétative conduisent aussi aux formes *muticum* et *integrum.* En *d,* on voit une vésicule libre en mouvement dans la cellule; en *e,* elle s'est échappée par une fente et les zoospores sont en mouvement; en *f,* la jeune colonie est encore enfermée dans la vésicule en voie de disparition; les pointes sont déjà longues. Les figures *d, e, f* se rapportent à des récoltes de l'étang du Jardin botanique de Tours, examinées une demi-heure après leur arrivée au laboratoire; en les comparant aux figures *b* et *c,* on peut constater l'influence du milieu sur le développement des phases de la multiplication et sur l'aspect des jeunes colonies.

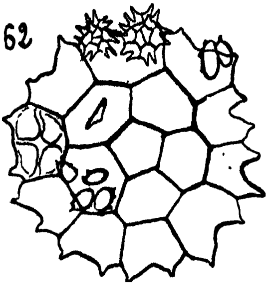


Fig. 162. — *P. Boryanum* × 500. — Hypnospores (?). Cultures (Jard. bot Tours).

Enfin il peut arriver que la jeune colonie ne parvient pas à s'organiser, ou même que la division cellulaire s'arrête tout à fait : les corpuscules verts, au lieu de s'unir, s'entourent chacun d'une membrane épaisse, échinulée ou non, et prennent l'aspect de spores (fig. 162. Chodat (58) a signalé, sous le nom d'*hypnospores*, des productions analogues. Ce phénomène me paraît exceptionnel. En août 1929, dans une culture spontanée d'une récolte de plancton faite dans l'étang du Jardin botanique de Tours le 1er mai 1929, les hypnospores (?) se trouvèrent tout à coup assez abondantes pour que je tentasse de les isoler, afin de suivre leur germination : je n'ai pas réussi à les isoler. J'ai essayé depuis, également sans succès, d'en provoquer la formation : la culture dans laquelle elles étaient apparues avait été abandonnée, sur l'appui d'une fenêtre, en plein soleil, à une forte chaleur (28-33°). J'ai traité quelques prises d'essai faites dans cette culture par de la teinture d'orcanette (1/5 avec alcool à 90°) au bain-marie bouillant : les cellules contenaient des gouttelettes d'huile.

II. *P. duplex* (fig. 163)

Chez *P. duplex* la multiplication est exactement semblable à celle du *P. Boryanum*. Elle a été observée aussi par Morosowa Wodianitzkaja (157, p. 26, T. I, fig. 5).

La phase zoospore est très nette, mais elle ne dure pas plus longtemps que chez *P. Boryanum*. Les corpuscules s'incurvent sur leurs quatre faces aussitôt après leur étalement sur un plan, avant la disparition de la vésicule. Puis ils se soudent par les extrémités de leurs bras ; la jeune colonie présente déjà des lacunes très nettes avant la disparition de la vésicule.

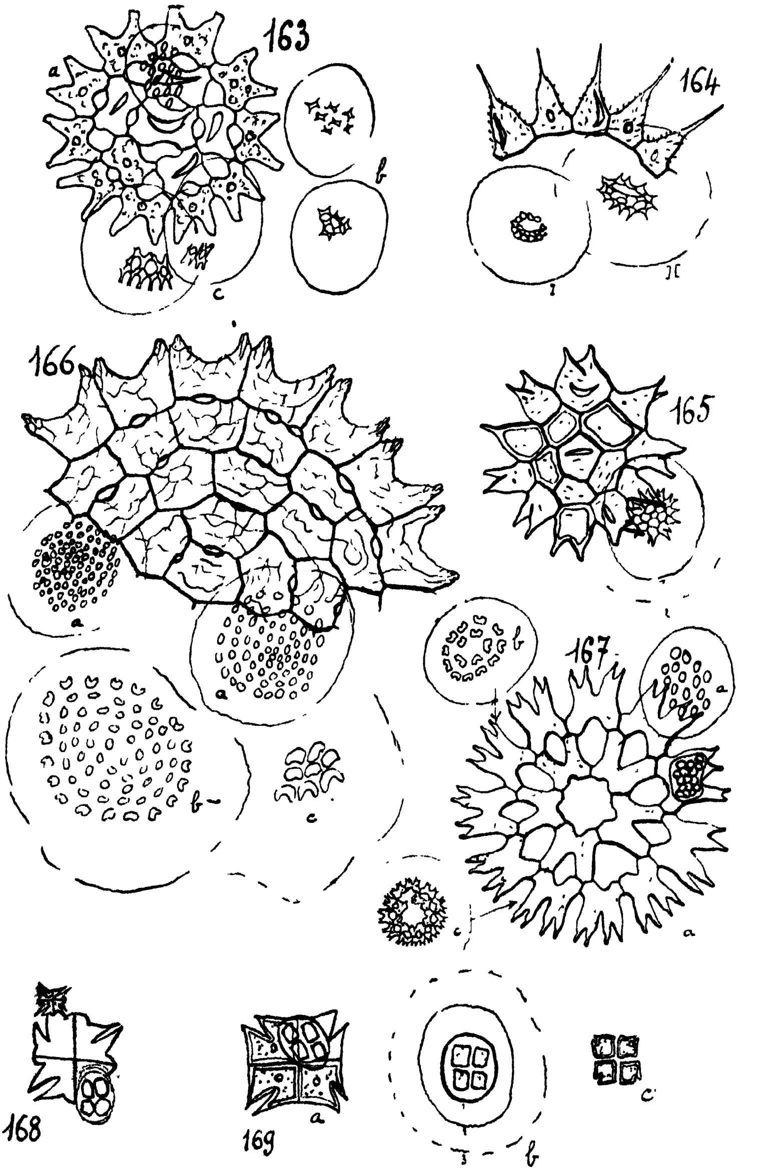


FIG. 163-169. — Multiplication asexuée — 163, *P. duplex*, Jard. bot. de Tours; — 164, *P simplex*, Serrant, — 165, *P Kawraiskyi*, Serrant; — 166, *P angulosum*, Serrant; — 167, *P. biradiatum*, Serrant; — 168, *P. Tetras*, Serrant; — 169, *P. Tetras*, Jard. bot. de Tours.

III. *P. simplex* (fig. 164)

Chez *P. simplex* je n'ai jamais pu saisir la sortie de la vésicule, mais j'ai observé l'organisation de la jeune colonie dans l'intérieur de la vésicule. Si mes observations sur cette espèce sont plus rares, cela tient sans doute à ce qu'elle se maintient en culture beaucoup moins facilement que les précédentes et s'y multiplie très rarement.

IV. *P. Kawraiskyi* (fig. 165)

Cette espèce est si rare que mes observations, en ce qui la concerne, ont été beaucoup moins nombreuses : je n'en connais qu'une seule station et l'Algue n'y a été abondante qu'en 1929. Mais la multiplication se fait, là aussi, par une vésicule, qui s'échappe par une fente et dans laquelle s'organise le jeune cénobe.

V. *P. angulosum* (fig. 166)

La multiplication se fait comme chez *P. Boryanum*. La jeune colonie est extrêmement caractéristique; les cellules du pourtour, à peine soudées, ressemblent à un tube en U, aux extrémités légèrement effilées et obtuses.

VI. *P. biradium* (fig. 167)

La multiplication végétative est semblable en tous points à celles de *P. Boryanum*, *angulosum* et *duplex*.

Les zoospores enfermées dans une vésicule hyaline, qui s'est détachée de la paroi et est devenue libre à l'intérieur de la cellule mère, s'échappent en boule, par une fente, avec la vésicule, s'agitent en un vif mouvement de fourmillement, qui dure 5 minutes; puis elles s'étalent sur un plan, pendant que la vésicule se dilate; elles se disposent en cercles concentriques, cessent de s'agiter et se soudent; les bras apparaissent en pourtour et la vésicule disparaît.

VII. *P. Tetras* (fig. 168, 169)

La sporulation a été décrite par Bernard (17, p. 95, T. XV, f. 502-513).

« Dans les stades qui précèdent la division, les cellules se gonflent, d'où il résulte que les émarginations latérales et l'incisure angulaire deviennent moins marquées. J'ai pu observer tous les stades de la division, qui se fait de la manière suivante. Une première cloison apparaît, un peu courbée, qui va du fond de l'incisure angulaire au milieu d'un des cotés externes de la cellule. Une deuxième cloison se forme, partant du milieu du côté convexe de la précédente cloison et aboutissant à peu près à l'angle opposé. Enfin, une troisième va du milieu de la seconde jusque dans le voisinage de l'angle interne de la cellule. Il résulte donc, de cette division, 4 éléments filles; pour la formation des cénobes 8-cellulaires, de nouvelles cloisons partagent ces 4 cellules. Les cellules filles grossissent et peuvent s'organiser, directement dans la cellule mère, en cénobe définitif, de forme identique au cénobe primitif. Les cénobes filles sont mis en liberté par rupture de la membrane de la cellule mère. Dans d'autres cas, les cellules filles sortent alors qu'elles ne sont pas encore organisées, ou du moins alors qu'elles le sont incomplètement: ou bien toutes sont irrégulièrement polygonales ou elliptiques, ou bien les unes ont déjà acquis leur forme définitive, tandis que les autres sont restées plus ou moins arrondies ou de contour irrégulier.

« Quand les cénobes sont mis en liberté à l'état incomplet, leurs cellules ne sont pas en contact très intime, et on peut les voir encore entourées de la gelée au moyen de laquelle leur expulsion a été facilitée. J'ai constaté, dans les cénobes 4-cellulaires, des cellules en voie de division donnant l'une un cénobe-fille à 4 cellules, la voisine un cénobe-fille à 8 cellules. Les familles 8-cellulaires que j'ai observées étaient toutes disposées par 7 + 1 cellules ».

On remarquera que l'auteur ne parle pas de vésicule entourant les cellules filles avant et pendant leur organisation en colonie, mais seulement d'une gelée.

J'ai observé, pour ma part, que les spores se présentent comme de petites masses vertes, plus ou moins anguleuses (4 angles), enfermées dans une vésicule, hors de la cellule mère (fig. 169); mais cette vésicule est appliquée sur les spores immobiles.

Je n'ai pas assisté à l'émission de la vésicule; je ne crois pas, cependant, qu'elle ait lieu à travers une fente de la paroi libre de la cellule mère, comme c'est le cas chez les autres espèces du genre: je n'ai jamais vu de fentes sur les cellules vides des cénobes de *P. Tetras*.

Je n'ai jamais observé, non plus, aucun mouvement propre des corpuscules verts; je ne crois pas qu'ils soient mobiles à aucun moment, bien que je n'aie pas eu l'occasion d'assister à l'émission elle-même, ni aux phénomènes qui la précèdent et la suivent immédiatement. *P. Tetras* formerait donc des *aplanospores*, et non des zoospores comme les autres espèces du genre. La multiplication se ferait suivant un mode intermédiaire entre celui de *P. Boryanum* et celui de *Scenedesmus quadricauda;* en particulier, la sortie des spores dans la vésicule gélatineuse aurait lieu comme la sortie de la colonie fille chez *Scenedesmus quadricauda*, par le bord externe libre de la cellule pour les cellules marginales, et par une déchirure suivant une ligne de suture pour les cellules du disque, la paroi supérieure étant soulevée comme un couvercle à charnière (ouverture en tabatière).

La vésicule est d'abord appliquée contre les spores, puis peu à peu se dilate (fig. 169) et disparaît: on distingue alors les incisions sur les jeunes cellules, qui viennent de se souder pour donner la nouvelle colonie.

RESUME

Dans le genre *Pediastrum*, le mode de multiplication asexuée est le même dans toutes les espèces, sauf peut-être chez *P. Tetras*. Il est caractérisé par l'organisation de la jeune colonie hors de la cellule mère, à l'intérieur d'une vésicule hyaline. Exceptionnellement, chez *P. Boryanum* (peut-être aussi chez les autres espèces, mais je ne l'ai pas constaté), dans des conditions très particulières, la multiplication par zoospores passe peu à peu à la multiplication par autocolonie. C'est ce dernier mode de multiplication qui se réalise peut-être aussi chez *P. Tetras*.

CHAPITRE DEUXIEME

REPRODUCTION ASEXUEE A PARTIR DE KYSTES

Les kystes et leur germination n'ont été observés par les auteurs antérieurs que chez *P. Boryanum* et *duplex*. CHODAT et HUBER (58) ont étudié la formation et le développement, en culture, des kystes de *P. Boryanum* et montré l'influence de la concentration du milieu sur leur formation; mais, au sujet de leur germination, ils se bornent à dire qu'elle a lieu, dans l'eau distillée, par gélification des parois, et que les zoospores s'organisent en une ou plusieurs colonies. PROBST (184) a décrit plus longuement le phénomène des colonies multiples chez *P. duplex*.

J'ai observé la formation et la germination des kystes chez *P. Boryanum, duplex, angulosum, biradiatum, simplex* et *Tetras*.

I. *P.* Boryanum

A l'état naturel, *P. Boryanum* peut s'enkyster, quand les conditions extérieures nécessaires à la multiplication végétative viennent à manquer: parmi celles-ci, nous le verrons plus loin, il y a un minimum de température, au-dessous duquel la végétation est très ralentie: il m'est arrivé, pendant l'hiver, de trouver, dans des dépôts provenant de l'étang du Jardin botanique de Tours, des colonies de *P. Boryanum* dont les cellules étaient vides, sauf une ou deux, qui, ayant continué à grossir, présentaient des parois renflées, avec un contenu très vert et une membrane épaisse, souvent échinulée.

En février 1929, pendant la période de grand froid, ces sortes de kystes se montrèrent plus fréquents sous la glace du bord, dans les vases, alors que *P. Boryanum* végétait encore activement en profondeur. DENIS (76, p. 95) avait déjà constaté que la vie des Algues vertes inférieures n'était pas toujours interrompue par le gel; il mentionne que PETIT a vu un *Hydrodictyon* pris dans la glace sans dommage. A la même époque, ayant exposé à la gelée des cultures riches en *P. Boryanum* dans des cristallisoirs de cinq litres pleins

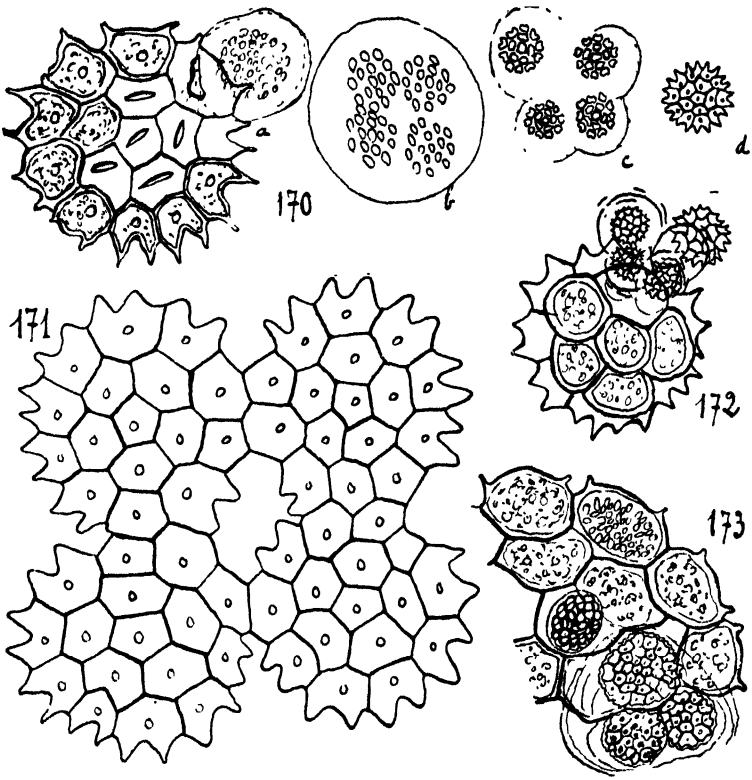


Fig. 170-173. — *P. Boryanum* × 500. — Kystes. Germination des kystes. — 170, Cultures (Jard. bot. de Tours); — 171, Cénobe composé, cultures (Jard. bot); — 172, Récolte fraiche, Jard bot. de Tours, février 1929, — 173, Cultures (Jard. bot., octobre 1929-Avril 1930)

d'eau, je retrouvai quelques cénobes plus ou moins enkystés dans le dépôt boueux, sous la masse de glace, au milieu des colonies vides ou décolorées. Ayant remis ces dépôts en culture dans de l'eau distillée à + 15°, je pus observer la germination de quelques kystes et constater cette nouvelle propriété des zoospores, signalée par Chodat (58) de se rassembler en 2 ou 4 colonies (fig. 170). Le fractionnement de la masse des zoospores ne se fait pas brusquement, mais progressivement. La vésicule une fois en liberté, les zoospores en mouvement forment une masse qui occupe la partie centrale; puis elles s'étalent sur un plan, et c'est alors qu'on voit apparaître 2 ou 4 colonies, qui peu à peu s'isolent l'une de l'autre. Il peut arriver qu'elles ne parviennent pas à une séparation totale: on a alors une véritable colonie composée (fig. 171).

Le mode de germination des kystes paraît assez variable; la sortie d'une vésicule par une fente, comme chez la cellule végétative, est un cas certainement exceptionnel: je ne l'ai vue qu'une fois. La germination a presque toujours lieu par gélification, partielle ou totale, des parois du kyste. La figure 172 montre une colonie à 16 cellules portant six kystes, formés par les six cellules du disque. En se développant, ils ont débordé sur le pourtour vide et l'ont partiellement recouvert. L'un de ces kystes germe, en donnant quatre colonies 16-cellulaires; il ne porte pas de fente et les parois, au moins les parties externes, n'en sont pas gélifiées; le bord externe est nettement visible; les colonies filles ont été mises en liberté par le soulèvement de la paroi supérieure: c'est l'ouverture en tabatière. Elles sont entourées chacune d'une auréole gélatineuse, qui rappelle la vésicule, mais qui m'en semble cependant différente: ses contours ne sont pas nets et je ne l'ai pas vue se dilater; mais elle m'a paru diffluer rapidement dans le milieu ambiant. La colonie de droite, plus avancée que les autres dans son développement, se trouve dégagée de la matière gélatineuse, qui ne l'entoure plus, alors que la vésicule entoure la jeune colonie dans le cas normal. Peut-être cette auréole gélatineuse joue-t-elle un rôle dans l'ouverture du kyste, qu'elle provoquerait par sa dilatation. En tout cas, la phase zoospore, si elle a eu lieu, a dû être courte; elle ne s'est pas prolongée après l'ouverture du kyste, puisque les colonies en sortent planes et organisées. Ce mode de multiplication rappelle un peu celui que PROBST (184) a décrit pour les kystes de *P. duplex:* la séparation des colonies a eu lieu ici dans l'intérieur du kyste.

Enfin, la mise en liberté des colonies filles peut se faire par gélification totale des parois (fig. 173).

Ainsi *P. Boryanum* a la faculté de s'enkyster et le changement de forme consécutif à l'enkystement produit des formes semblables à la forme *integrum*. Cet enkystement résulte d'un retard dans la multiplication végétative (CHODAT, 58, p. 11); il se produit quand les conditions de milieu nécessaires à la production de cette dernière viennent à manquer: parmi ces conditions, il faut noter, nous venons de le voir, une certaine température et une dilution assez grande des éléments nutritifs; il y en a peut-être d'autres que j'ignore. Je n'ai pas eu la chance de trouver à l'état naturel des kystes en grande quantité; il se pourrait que le *P. Pearsoni* de G. S. WEST (256, p. 79) ne soit pas autre chose que du *P. Boryanum*

enkysté, par suite de conditions de milieu défavorables à la multiplication végétative.

La germination des kystes se fait comme chez *P. Boryanum*.

II. Chez les autres espèces

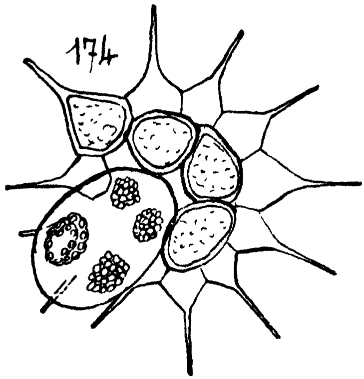


FIG. 174 — *P. simplex* × 500. — Kystes, germination (Loire, août-octobre 1930).

La figure 174 montre un cénobe de *P. simplex* dont les cellules marginales sont vides, sauf une, et dont les quatre cellules internes ont donné des kystes. L'un d'eux germe : la paroi se gélifie; les corpuscules se divisent en quatre groupes, qui donneront chacun une jeune colonie: on en voit une qui commence à s'organiser.

Chez *P. duplex*, l'enkystement paraît plus rare. J'ai cependant trouvé quelques colonies avec kystes pendant l'hiver, dans les vases de l'étang du Jardin botanique de Tours, alors que l'Algue ne végète plus dans le plancton. On peut aussi en trouver dans les vieilles cultures.

PROBST (184) a montré que la concentration du milieu et son enrichissement en principes nutritifs favorisaient l'enkystement et que la reprise de la culture avec de l'eau de pluie provoquait la germination des kystes. Les figures 175 et 176 montrent tout ce que j'ai pu voir de la germination de ces kystes; dans la figure 175, on voit 2 masses de zoospores, non encore étalées, dans la même vésicule.

J'ai toujours vu une vésicule générale, mais jamais de vésicules secondaires autour des jeunes colonies, prenant naissance dans la vésicule générale. Cependant PROBST qui a vu le phénomène des colonies multiples chez *P. duplex*, en culture pure, l'a décrit un peu différemment. Dans l'intérieur du kyste, au début de la germination, il a vu 4 masses protoplasmiques vertes, nettement séparées et entourées chacune d'une membrane d'abord protoplasmique, dit l'auteur, puis cellulosique; chaque masse verte donne un groupe de zoospores,

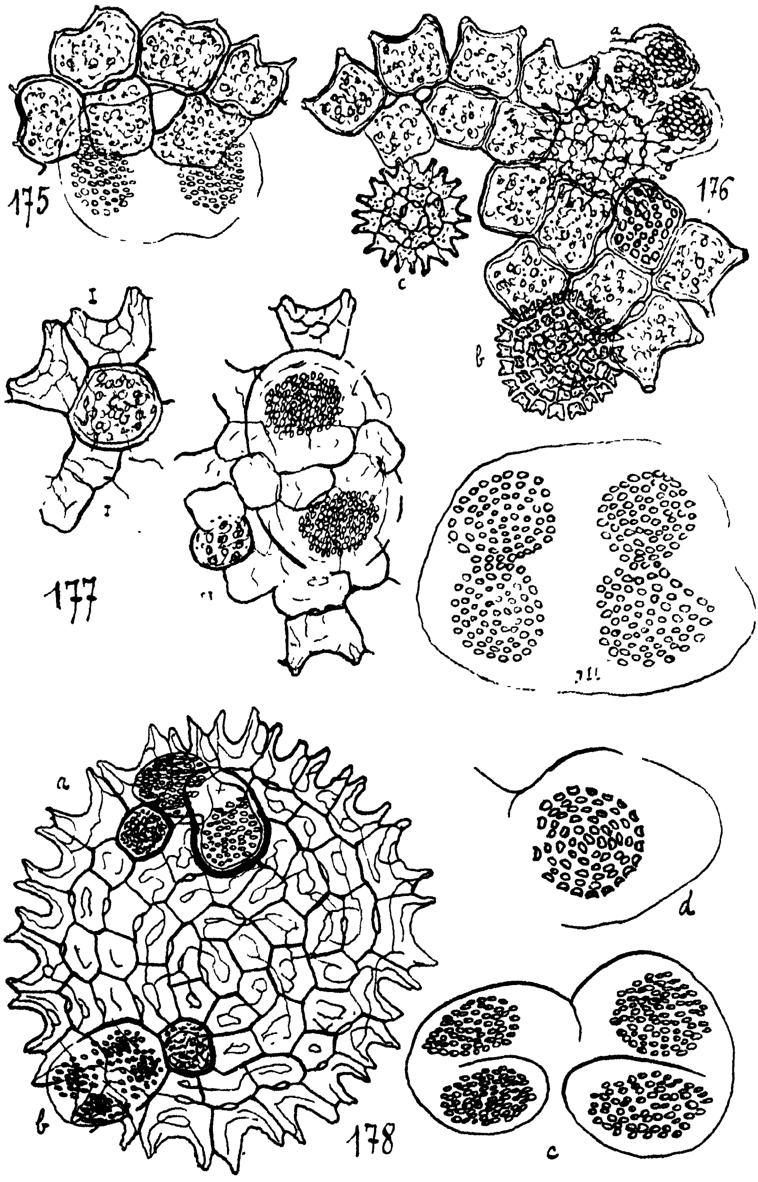


FIG. 175-178. × 500. — Kystes, germination. — 175, 176, *P. duplex*, Cultures (Jard. bot. de Tours, juillet-octobre 1930), — 177, 178, *P. angulosum*, Serrant (177, vieille culture; 178, récolte fraiche, Mai 1932).

et la membrane forme la vésicule, de sorte que l'on a finalement 4 groupes de zoospores renfermés chacun dans une vésicule : les 4 vésicules secondaires se trouvent ainsi contenues dans la vésicule générale, provenant de la gélification des parois du kyste. La séparation des colonies a donc lieu dans ce cas avant la formation des zoospores. Je n'ai pas vu ce cas chez *P. duplex,* ni chez *P. Boryanum*, mais seulement la séparation des colonies après la formation des zoospores. Les zoospores, d'ailleurs, ne se séparent pas toujours : dans ce cas, on n'a qu'une colonie par kyste.

Quant au *P. angulosum*, j'ai pu voir deux fois la germination des kystes: dans la récolte du 17 juin 1930, le 1er juillet, et dans celle du 27 mai 1932, le 29 mai. Les kystes, ou aplanospores, avaient été signalés par Denis (76, p. 137, fig. 17) ; mais leur germination, à ma connaissance, n'avait pas été observée. La première fois, je n'ai pu voir la sortie de la vésicule (fig. 177): les zoospores étaient déjà hors de la cellule mère et groupées en deux masses, dans l'intérieur de la vésicule. La seconde fois, je trouvai deux kystes qui germaient dans une colonie 64-cellulaire, presque complètement vide (fig. 178). L'un d'eux avait acquis de grandes dimensions, il couvrait les cellules du rang externe, débordant jusque sur celles du pourtour; les parois étaient à demi gélifiées; la vésicule était en partie dégagée et les zoospores déjà groupées en deux masses, l'une restée dans le kyste,l'autre dans la partie de la vésicule dégagée (fig. 178 *a*). Cette dernière s'échappa du kyste complètement en une minute et aussitôt les zoospores en mouvement parurent divisées en 4 masses, séparées l'une de l'autre par des replis de la vésicule. Cinq minutes après, elles étaient étalées sur un plan, constituant 4 colonies à 64 cellules (fig. 178 *c*, *d*), semblables à la colonie mère; dans la première observation, le kyste avait également donné 4 colonies à 64 cellules, et la colonie mère était aussi à 64 cellules; ce cas doit être le plus fréquent; les deux kystes dont j'ai vu la germination contenaient donc, avant l'ouverture, 256 zoospores. Le mouvement des zoospores n'a pas duré plus de 5 à 7 minutes. La vésicule hyaline m'a paru, lors de la deuxième observation, comme divisée en quatre vésicules secondaires incomplètement closes (fig. 178 *c*), mais il ne m'a pas paru y avoir de vésicules secondaires distinctes de la vésicule générale, cas observé par Probst chez *P. duplex.*

P. biradiatum forme également des kystes comme les espèces précédentes. La figure 179 montre la germination d'un kyste: elle

a lieu par gélification des parois de la cellule enkystée; celle-ci s'accroît, recouvrant une partie du cénobe; puis on distingue, à travers la paroi, une masse de corpuscules verts en mouvement dans l'intérieur d'une vésicule. Ils s'organisent en deux ou quatre colonies.

On peut observer tous les passages entre la multiplication de la cellule végétative, avec sortie de la vésicule par une fente, et la germination du kyste par gélification de la paroi.

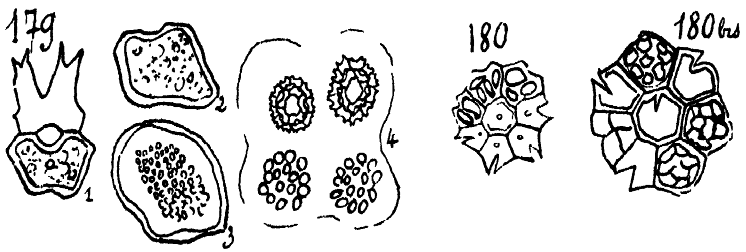


FIG. 179-180 *bis*. × 500. — Kystes, germination. — 179, *P. biradiatum*, (Serrant Juillet-septembre 1929), — 180, 180 bis, *P. Tetras* (180, Cultures, Jard. bot. de Tours, septembre 1930-mars 1931 ; — 180 bis, Jard bot., boues fraîches)

Enfin, chez *P. Tetras*, dans les vieilles cultures, on voit quelquefois des cénobes avec cellules marginales à parois externes renflées; l'incision disparaît presque complètement, comme l'a indiqué BERNARD (17, p. 95). Ce sont de véritables kystes. J'ai observé la division du contenu intérieur en plusieurs masses vertes; mais je n'ai pu suivre la sortie et l'organisation de la colonie fille. La figure 180 montre un commencement de multiplication, semblable à ce qu'on observe chez *Scenedesmus*.

La figure 180 bis a été prise sur un cénobe de *P. Tetras*, provenant de boues et examiné aussitôt après la récolte (printemps). Le cénobe renferme plusieurs kystes en germination: le bord externe de deux de ces kystes semble indiquer un commencement de gélification de la membrane.

RESUME

La multiplication par kystes diffère de la multiplication par division d'une cellule végétative par les caractères suivants :

1° le kyste a un volume beaucoup plus considérable que la cellule végétative; les dimensions des zoospores étant toujours les mêmes, il en résulte que la division du contenu de la cellule aboutit à la formation de zoospores en nombre toujours plus considérable que celui des cellules de la colonie mère.

2° le kyste peut produire une seule colonie fille, dont les cellules sont alors plus nombreuses que celles de la colonie mère: ce cas est le plus rare; plus généralement, il produit 2 ou 4 colonies filles dont les cellules sont en nombre égal ou inférieur à celui des cellules de la colonie mère.

3° Le mode de mise en liberté des colonies filles diffère presque toujours de celui qu'on observe dans la multiplication asexuée ordinaire: je n'ai vu qu'une fois, et chez *P. Boryanum* seul, la sortie d'une vésicule par une fente; ordinairement on observe soit la rupture de la paroi sur le bord libre (cellule marginale), ou sur la ligne de suture (cellule du disque), sous l'effort produit par la dilatation de la gelée interne, soit la gélification totale de la paroi du kyste.

QUATRIÈME PARTIE

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE et ECOLOGIE des PEDIASTRUM

DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES PEDIASTRUM

Sur les huit espèces du genre, quatre sont universellement répandues et semblent partout également abondantes : *P. Boryanum, duplex, simplex, Tetras.* Des quatre autres, deux manquent ou sont très rares dans des régions étendues: ***P. biradiatum*** et *P. angulosum;* la troisième, ***P. Kawraiskyi*** a une aire de répartition limitée; quant à la dernière, *P. Braunii,* elle ne se trouve, au moins en Europe, que dans les tourbières du Nord et des hautes montagnes du Centre et du Midi.

A. PREMIER GROUPE. Espèces à répartition universelle :

P. Boryanum, duplex, simplex, Tetras

P. Boryanum

Espèce universellement répandue: des confins de la région arctique aux abords du continent antarctique, elle a été signalée sous toutes les latitudes; en France, et dans toute l'Europe tempérée, c'est l'espèce du genre la plus caractéristique du plancton des rivières, des étangs, des mares: les algologues la mentionnent partout.

Région arctique: 10, 34, 35, 60, 131, 193, 275, 280.

Scandinavie, Russie, Régions baltiques : 25, 26, 32, 38, 41, 42, 43, 49, 126, 139, 153, 157, 158, 162, 180, 181, 194, 195, 199, 209, 213, 214, 216, 219, 241, 243, 244, 253, 276, 293.

Europe centrale et méridionale, Açores, Madère: 7, 12, 55, 109, 114, 121, 178 bis, 204, 209, 212.

Asie: 220 à 234, 48, 78, 80, 100, 144, 150, 166, 167, 174, 178, 182, 240, 251, 267, 278, 287, 288.

Amérique du Nord : 34, 234, 235, 261, 286.

Amérique du Sud et Amérique Centrale : 31, 33, 36, 128, 129, 136, 151, 274.

Afrique : 30, 40, 82, 86, 87, 90, 111, 112, 130 168, 173, 191, 200, 201, 254, 256, 262, 263, 282.

Océanie, Australie : 17, 28, 53, 121, 163, 164, 169, 170, 272, 277, 281.

Région antarctique : 6, 31, 52, 85, 192, 279.

P. Boryanum est l'espèce du genre la plus répandue dans les régions australes. Il n'a pas été rencontré sur les bords du continent antarctique, ni sur la terre de Graham, ni dans les Orcades du Sud (Expéditions Charcot et O. Nordenskjold : Documents scientifiques) ; mais il est signalé dans la Géorgie du Sud par CARLSON (52) et REINSCH (192), en compagnie de *P. duplex*. FRITSCH (85, p. 293 et 294) note l'absence de formes cosmopolites dans les Orcades du Sud : *Pediastrum, Scenedesmus, Cosmarium, Closterium,* mais rappelle que *P. Boryanum* se trouve dans la Géorgie du Sud et aux Kerguelen. WILLE (279) signale *P. Boryanum* aux Iles Kerguelen.

Enfin *P. Boryanum* parait avoir été l'espèce la plus abondante dès l'époque post-glaciaire; en effet STEINECKE (238) et BORGE (27) le signalent comme abondant dans les tourbières fossiles post-glaciaires de l'Allemagne du Nord et de l'île Gothland; les autres espèces *P. duplex, P. angulosum* sont beaucoup plus rares :

En résumé, *P. Boryanum* (Turp.) Men. est l'espèce du genre la plus répandue et sans doute la plus ancienne; on la trouve dans toutes les masses d'eau comportant un milieu planctonique, dans tous les pays du monde, sous toutes les latitudes, à toutes les altitudes. Et si *P. Boryanum* se multiplie presque uniquement pendant l'été dans les régions tempérées, il se maintient souvent très abondant pendant l'hiver au moins dans certaines stations, où il reste vert même sous la glace, montrant ainsi une grande résistance au froid. C'est égale-

ment l'espèce qui se développe le mieux en culture et c'est enfin une des plus polymorphes. Elle a une grande plasticité et une grande résistance: c'est le type de l'espèce à la fois eurytope et eurytherme.

P. duplex, simplex, Tetras

Ces trois espèces accompagnent presque partout *P. Boryanum*. Cependant, les deux premières manquent dans la région arctique : ni BACHMANN (10), ni BORGE (35), ni LAGERHEIM (131), ni WILLE et ROSENVINGE (280) ne les ont rencontrées. De même, dans la région antarctique, on n'a trouvé que *P. duplex* et *P. Tetras*, le premier seulement dans la Géorgie du Sud (CARLSON, 52; REINSCH, 192), le second aux îles Kerguelen (WILLE, 279; ARCHER, 6). Au contraire, dans les régions tropicales, *P. duplex* et *simplex* sont plus souvent mentionnés que *P. Boryanum*; ainsi VAN OYE (172) ne mentionne que *P. duplex, simplex, Tetras*, dans sa liste des *Algues du Congo Belge*, et BORGE (30) ne cite pas *P. Boryanum* dans sa liste des Algues d'eau douce des regions tropicales et subtropicales.

B. DEUXIEME GROUPE. Espèces à répartition limitée

P. biradiatum

Espèce très rarement signalée en France : environs de Falaise (DE BRÉBISSON, 46), canal de Roubais (SCHODDUYN, 202).

En Europe, on la rencontre presque partout; mais alors que *P. Boryanum, duplex, Tetras* se trouvent dans toutes les stations d'une région donnée, *P. biradiatum*, comme *P. simplex*, ne végète que dans quelques-unes.

Allemagne: 118, 153, 139, 162; *Angleterre et Irlande:* 257, 260, 266; *Belgique:* 172; *Bulgarie:* 178 bis; *Etats Baltes:* 92, 213, 214; *Danemark :* 253; *Finlande :* 53 bis; *Norvège :* 180, 243; *Pologne :* 98, 187; *Suède:* 32, 38, 126; *Suisse:* 55, 270; *Roumanie:* 246; *Russie:* 24, 26, 157; *Amérique du Nord:* 235; *Amérique du Sud:* 73; *Afrique:* 82, 172; *Asie:* 182, 220, 221, 223, 231.

P. angulosum

Espèce aussi rare que *P. biradiatum*, mais cependant plus souvent signalée, en France, que cette dernière.

France: 69, 70, 71, 72, 76, 77; *Europe:* 38, 153, 162, 180; *Amérique du Nord:* 235; *Asie septentrionale:* 220.

Des huit espèces du genre, c'est la moins souvent signalée, dans l'Asie centrale et septentrionale, par SKVORTZOW.

P. angulosum n'a pas encore été, à ma connaissance, rencontré dans l'hémisphère sud.

L'espèce est probablement confondue avec *P. Boryanum* par certains auteurs.

P. Braunii

Espèce arcto-alpine, peu répandue en Europe; elle paraît plus fréquente dans l'Asie septentrionale et centrale.

France : 69, 72, 74 (Alpes et Pyrénées); *Europe :* l'espèce est surtout répandue en *Ecosse, Suède, Norvège, Finlande, Russie du Nord*, dans les lacs, tourbières, ruisseaux des hautes vallées. Au sud de la Baltique, on ne la trouve que dans les montagnes;

Europe du Nord : 25, 35, 53 bis, 180, 243, 244, 260, 266; *Europe du Centre et du Midi :* 94 bis, 178 bis, 197, 246, 11, 55, 244; *Asie :* 221, 222, 231.

P. Kawraiskyi

C'est la moins répandue des huit espèces de *Pediastrum* et elle est rarement abondante.

En *France*, la seule station signalée jusqu'à ce jour est celle de l'Etang de Serrant (19), à Saint-Georges-sur-Loire (Maine-et-Loire); elle y est presque aussi abondante que *P. simplex*, sans l'être autant toutefois, et de beaucoup, que *P. Boryanum*, *angulosum* et *duplex*.

Dans le reste de l'Europe, *P. Kawraiskyi* n'est guère signalé, mais alors assez fréquemment, que dans les listes floristiques concernant les régions qui touchent à la *mer Baltique:* Allemagne du Nord (1, 118, 120, 134, 137, 138, 142, 143, 148, 153, 162, 179); Danemark (253); Scandinavie (37, 141, 180); Russie (157, 216); Lettonie

(92, 213, 214). BRUTSCHY (51, p. 102) donne bien le nom de *P. Kawraiskyi* dans une liste d'Algues du val Piora, en Suisse; mais il n'insiste pas sur ce fait intéressant et il ne donne ni description, ni figure de l'organisme qu'il attribue à cette espèce.

En *Asie*, *P. Kawraiskyi* semble atteindre une plus large distribution: depuis le *Caucase*, qui a fourni les récoltes de KAWRAISKY, dans lesquelles SCHMIDLE (198) a découvert et créé la nouvelle espèce, — même dans cette région originelle de l'espèce, elle ne doit pas être très commune, car on ne la retrouve pas dans les listes de WORONICHIN (278, 288), qui s'est spécialement occupé des Algues du Caucase —, jusqu'au bassin de l'*Amour*, en passant par le *Pamir* et le lac *Zaisan* (178, 78, 182, 220, 222, 231, 233, 234) : la plus grande part de ces découvertes est due à SKVORTZOW.

De sorte que, dans l'*Eurasie*, il semble exister deux *centres* importants *de distribution* de *P. Kawraiskyi :* le pourtour de la *Baltique* et l'*Asie centrale*.

En dehors de l'Eurasie, les seules mentions que je trouve de *P. Kawraiskyi* sont celles de SMITH (235), qui le signale comme très rare dans trois stations du Wisconsin, en *Amérique du Nord*, et de BACHMANN (10), qui le donne comme accessoire dans un lac de la côte orientale du *Groenland*.

CHAPITRE DEUXIEME

DISTRIBUTION DES PEDIASTRUM *EN ANJOU ET EN TOURAINE*

La constitution d'un milieu planctonique exige une masse d'eau assez considérable pour qu'il y ait une zone pélagique et une zone néritique. Les *Pediastrum*, organismes planctoniques, vivent et se multiplient dans la première. On les trouve aussi dans la seconde, fixés sur le fond, les pierres, les feuilles immergées; mais dans les petites mares, les fossés, marécages, en général dans les masses d'eau trop petites pour comporter des zones pélagique ou limnétique distinctes, les *Pediastrum*, du moins les principales espèces du genre, sont généralement absents.

Cette observation s'accorde avec celle d'ALLORGE (2, p. 621), qui a remarqué la disparition des *Pediastrum* dans les mares et fossés tourbeux en plaine (association à *Scirpus fluitans* et à *Potamogeton polygonifolius*). De même, pour CHODAT (54, p. 49), les *Pediastrum*, les *Scenedesmus* et les *Coelastrum* (du moins les espèces communes), caractérisent le plancton des étangs et non celui des grands lacs; il leur faudrait, d'après lui, une quantité de matières organiques supérieure à celle que l'on trouve en dissolution dans l'eau des grands lacs: en effet, les eaux des étangs, moins agitées et moins aérées que celles des lacs, sont plus riches en matières organiques dissoutes et, le plus souvent, contiennent outre de l'azote nitrique, de l'azote nitreux et de l'azote amoniacal, qui la plupart du temps, manquent dans l'eau des grands lacs. D'après CHODAT, *Pediastrum*, *Scenedesmus* et *Coelastrum* seraient caractéristiques du plancton limnétique, ou plancton des étangs, par opposition au plancton pélagique, ou plancton des grands lacs (fig. 181). WESENBERG-LUND (253, p. 23 du résumé en Anglais) dit, lui aussi, que les *Pediastrum* de la région pélagique sont importés, mais que *P. Boryanum* est surtout abondant près des rives, tandis que *P. simplex* domine vers la région pélagique. NAUMANN (161, p. 300) classe

les *Pediastrum* dans les organismes des lacs eutrophes, avec *Cœlastrum, Scenedesmus, Dictyosphœrium.*

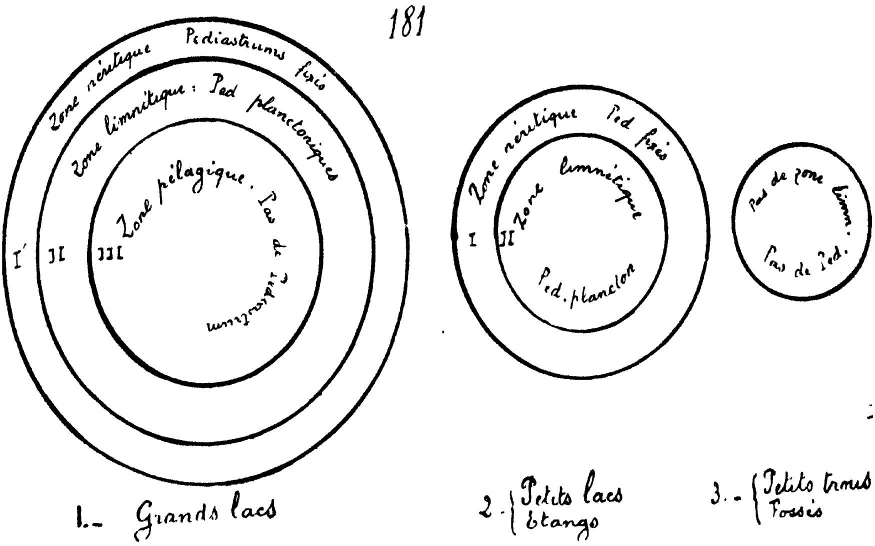


Fig. 181. — Distribution des *Pediastrum* dans les diverses masses d'eau.

Les milieux planctoniques aux environs de Tours sont assez variés: d'abord un grand fleuve, la Loire, à cours rapide pendant l'hiver et le printemps, souvent transformé, de juillet à octobre, en une suite de cuvettes isolées, plus ou moins profondes, où quelques Protococcacées, parmi lesquelles des *Pediastrum*, végètent en grande abondance. Ensuite, deux rivières, l'Indre et le Cher, cette dernière importante, avec un plancton riche en nombreuses espèces de Chlorophycées; en amont de Saint-Avertin, le barrage de l'usine hydraulique établit à la belle saison un régime de petit lac: courant très faible, profondeur allant jusqu'à 4 mètres. On y trouve en septembre surtout, *P. Boryanum, duplex, Tetras* et *simplex*. J'y ai récolté deux fois *P. biradiatum.*

Les étangs et les grandes mares ne manquent pas, mais sont en général peu profonds et, sauf l'étang du Louroux, peu étendus. Ils sont souvent mal aérés et les eaux sont riches en matières organiques.

On ne trouve ni en Anjou, ni en Touraine, de grands lacs, aux eaux claires, agitées et profondes, pas plus que de véritables tourbières; nous avons bien des formations marécageuses dans la large vallée commune de la Loire et du Cher, mais elles se dessèchent souvent l'été, au moins en partie, et je n'y ai jamais trouvé de formes de *Pediastrum* différentes de celles que la Loire et le Cher m'ont fournies.

Par rapport à leur distribution, dans la région que j'ai étudiée, on peut distinguer plusieurs groupes de *Pediastrum :*

1. — Espèces plus ou moins *ubiquistes :*

A. Espèces se rencontrant dans presque *toutes les masses d'eau,* même de faible importance: *P. Tetras, P. Boryanum, P. duplex;*

B. Espèce vivant dans toutes les *masses d'eau importantes* seulement : *P. simplex.*

Au point de vue des exigences de ces quatre espèces, les plus communes partout, concernant l'étendue en surface de la masse d'eau habitée, — ou, ce qui revient sensiblement au même, l'oxygénation et la minéralisation de l'eau —, je n'hésite pas à établir la graduation suivante :

P. Tetras, P. Boryanum, P. duplex, P. simplex

P. Tetras se rencontre jusque dans les plus petites mares et dans les fossés; c'est aussi la moins planctonique des quatre, caractère écologique en relation avec ses petites dimensions, le faible développement des appendices du pourtour et, peut-être aussi, avec son mode particulier de multiplication. *P. Boryanum,* avec son disque plein, est moins bien adapté à la vie pélagique que *P. duplex,* avec ses cénobes clathrés. C'est seulement dans les grands étangs qu'on rencontre des populations fournies de *P. simplex;* c'est aussi l'espèce qui, avec ses grandes lacunes, ses longues et fines pointes radiantes, présente, du moins dans la région pélagique de ces stations, l'adaptation la plus poussée au flottement.

2. — Espèces se rencontrant seulement dans quelques *stations isolées:*

P. Kawraiskyi, P. angulosum, P. biradiatum

Ces trois espèces n'ont jamais été rencontrées jusqu'ici, en Anjou, que dans une unique station, l'Etang de Serrant, où elles sont accompagnées, d'ailleurs, des quatre premières. *P. angulosum* y est aussi abondant que *P. Boryanum* et *P. duplex;* les deux autres sont beaucoup moins abondantes.

P. angulosum et *P. biradiatum* ont une aire générale de distribution fort étendue: il est difficile d'expliquer leur cantonnement, limité à de très rares stations, autrement que par des exigences plus étroites concernant certaines propriétés chimiques de l'eau, qui seraient à préciser.

Le cas de *P. Kawraiskyi* me paraît encore plus mystérieux. A considérer sa distribution générale, dans l'Eurasie, autour de deux centres principaux, on serait tenté de croire à des difficultés spéciales de dissémination pour cette espèce; mais ces difficultés ne ressortent pas particulièrement du mode d'organisation des cénobes. Si l'on tient compte, par ailleurs, du fait que *P. Kawraiskyi* est l'espèce du genre qui supporte le mieux une salure modérée de l'eau et que les centres de distribution (région Baltique, Asie centrale) présentent souvent des eaux plus ou moins saumâtres, on pourrait croire que cette espèce préfère des milieux plus salés que ne le sont les eaux douces ordinaires. Ni l'une, ni l'autre de ces hypothèses n'expliquent sa présence à Serrant, à des centaines de kilomètres de la station baltique la plus rapprochée, dans une eau de minéralisation inférieure à la moyenne (voir plus loin, p. 162); à moins qu'on n'attribue à la teneur de l'eau en fer, abondant à Serrant, l'importance que lui a reconnue USPENSKI (251 bis) dans l'écologie des Algues: on expliquerait ainsi, en même temps, la présence à Serrant de trois espèces très rares et l'extraordinaire abondance des *Pediastrum,* tous présents à Serrant.

Si l'on considère la morphologie de ces trois espèces rares, *P. Kawraiskyi* présente une adaptation relativement faible à la vie planctonique : disque plein, contour des cénobes et étalement en surface souvent irréguliers, pointes à direction désordonnée, sans relation avec le plan du cénobe, membranes épaisses; à ce point de

vue, *P. Kawraiskyi* se place à peine au-dessus de *P. Tetras*. La capacité de flottement de *P. angulosum* est du même ordre que celle de *P. Boryanum:* les pointes sont moins développées, mais la surface du cénobe est, en moyenne, plus grande. *P. biradiatum,* au contraire, avec son disque largement clathré et ses pointes bifides, prend rang entre *P. duplex* et *P. simplex*.

La huitième espèce du genre, *P. Braunii*, que je rappelle ici pour être complet, est une espèce arcto-alpine, dont la distribution géographique est en relation avec la température moyenne de l'eau. Sa capacité de flottement, en relation avec ses stations préférées, les tourbières de montagne, est des plus réduites : faible surface, irrégularité du plan d'étalement des cénobes, forte réduction des appendices marginaux; elle est à peine égale à celle de *P. Tetras*.

CHAPITRE TROISIEME

LIEUX DE MULTIPLICATION ET DE DEVELOPPEMENT DES PEDIASTRUM

L'étude que je poursuis depuis cinq ans sur les *Pediastrum* m'a amené à les considérer comme des organismes planctoniques, c'est à dire vivant et se multipliant dans le plancton, mais pouvant aussi se développer à l'état benthique.

J'ai d'abord recherché les *Pediastrum* non seulement dans les récoltes de plancton faites au filet fin, mais aussi dans les matériaux provenant des fossés, des petits trous d'eau, des vases, du grattage des pierres et des feuilles immergées, des rochers humides.

L'expérience m'a montré que les pêches de plancton étaient de beaucoup les plus riches en *Pediastrum*, qu'elles en contenaient toujours, tandis qu'ils ne figuraient qu'exceptionnellement dans les matériaux de fond. Dans ce dernier type de stations, je n'ai trouvé en abondance que *P. Tetras* et *P. Boryanum; P. duplex* et *P. simplex* s'y sont montrés quelquefois en petite quantité; mais je n'y ai jamais rencontré *P. biradiatum*, *angulosum* et *Kawraiskyi*.

D'autre part, dans un grand étang, riche en *Pediastrum*, la pêche au filet fin donne des *Pediastrum* en quantité comparable à celle des organismes que tout le monde regarde comme planctoniques: *Asterionella*, *Melosira ambigua*, *Microcystis*, etc., sans compter les Crustacés, les Rotifères, tandis que les organismes franchement fixés et arrachés de leur support sont presque complètement absents : *Cymbella, Synedra*, etc. On peut récolter ces derniers sur les bords, avec les Algues filamenteuses; mais, dans ces récoltes, les *Pediastrum* manquent ou sont rares; si par hasard on en trouve en abondance relative, on a une forme différente des formes flottantes de la station.

En plus de ces faits, on peut invoquer, à l'appui de cette manière de voir, la forme et la constitution de la colonie: elle est étalée sur un plan, les cellules sont aplaties; celles du pourtour

portent des pointes, celles du disque laissent souvent entre elles des méats; dispositions qui constituent une adaptation au flottement.

On peut en dire autant de la multiplication asexuée : nous avons vu qu'elle était caractérisée par l'organisation de la jeune colonie hors de la cellule mère, dans l'intérieur d'une vésicule hyaline: ce mode de multiplication paraît adapté à la vie planctonique. La colonie fille n'alourdit pas la colonie mère par son développement dans l'intérieur d'une cellule. La vésicule hyaline, très légère, flotte naturellement et maintient en contact les zoospores; elle disparaît après la disposition sur un plan et la soudure de ces dernières, c'est à dire quand son rôle est terminé: à ce moment, la jeune colonie est formée, bien plane et capable de flotter.

Les *Pediastrum,* en fait, se multiplient abondamment dans la zone du plancton : je l'ai constaté pour *P. Boryanum, duplex, angulosum. P. Boryanum,* qui végète toute l'année dans le petit étang du Jardin botanique de Tours, devient prédominant tout-à-coup au printemps, fin avril ou début de mai. En 1929, j'ai assisté pour ainsi dire, à l'envahissement des couches supérieures de l'eau par les jeunes colonies: ayant trouvé, dans la pêche du 29 avril, un grand nombre de jeunes colonies, je fis des récoltes pendant 4 ou 5 jours de suite, de bonne heure le matin; j'examinais les récoltes aussitôt après le dépôt du plancton au fond du flacon: dans toutes les préparations, je trouvais des cénobes en voie de multiplication: certains portaient jusqu'à 8 ou 10 vésicules ou jeunes colonies déjà organisées. Une multiplication aussi rapide apparaissait donc bien comme la cause de la prédominance quasi subite de *P. Boryanum* dans le plancton.

Les *Pediastrum* se multiplient aussi à l'état benthique; mais, chez *P. Boryanum* et *P. duplex,* je n'ai observé, dans ce cas, que la multiplication par kystes. Au contraire *P. Tetras* paraît se multiplier activement sur les feuilles et les pierres immergées du bord. En août 1930, dans le petit étang du Jardin de Tours, j'ai recueilli, sur une feuille immergée, un enduit vert constitué par des *Scenedesmus, Coelastrum microporum* et une grande quantité de colonies très jeunes de *P. Tetras* avec, çà et là, quelques grosses colonies vides (fig. 100).

CHAPITRE QUATRIEME

INFLUENCE DE LA TEMPERATURE SUR LE DEVELOPPEMENT DES PEDIASTRUM

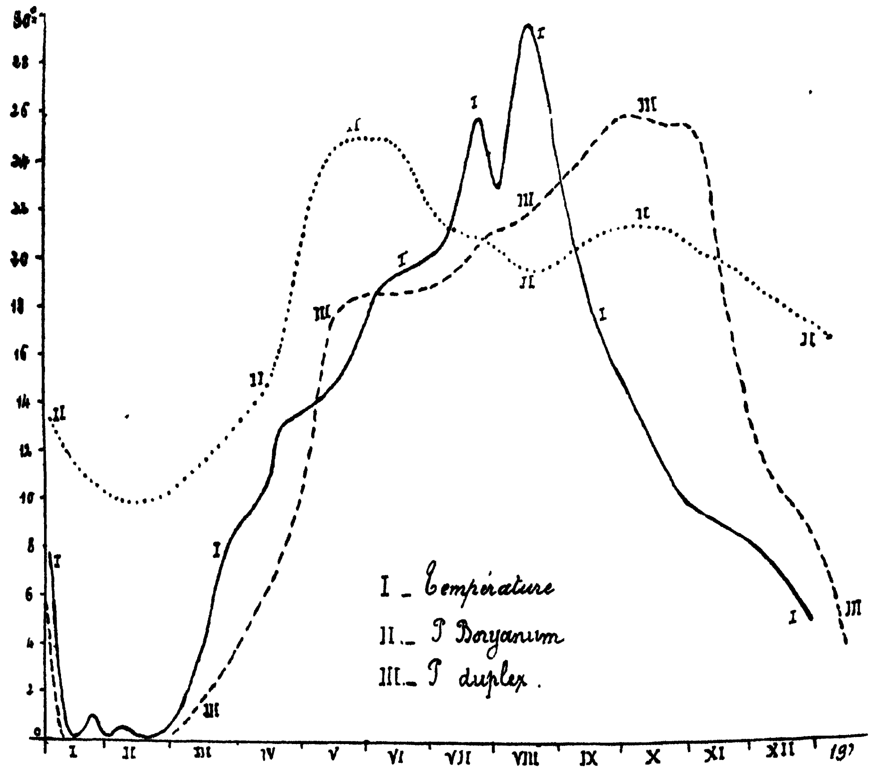
Le plus important des facteurs physiques ayant une influence sur la nature et le développement du plancton, c'est la température de l'eau. Dans l'étang du Jardin de Tours, la température, dans les couches supérieures de l'eau, a varié de 0° à 29°, au cours des années 1927, 1928, 1929, 1930 et 1931. De novembre à mars inclusivement, elle est ordinairement inférieure à 10°. En avril, elle dépasse 10°, mais se tient au-dessous de 20° jusqu'en juillet. Juillet et août forment la période des grandes chaleurs (28-29° en 1928 et 1929). En septembre et octobre la température varie de 20 à 10°. En résumé, on peut diviser l'année en quatre périodes: une période de basse température de novembre à mars; deux périodes de température moyenne: avril-juin et septembre-octobre, et une période de haute température: juillet-août.

Comme toutes les Chlorophycées planctoniques, les *Pediastrum* végètent surtout d'avril à novembre, c'est-à-dire quand la température de l'eau dépasse 10°, mais on peut trouver certaines espèces, *P. duplex, Boryanum, angulosum*, abondantes pendant l'hiver dans certaines stations, ce qui prouve que la température n'est pas le seul facteur qui règle les périodes de végétation de ces espèces; seulement on ne rencontre guère que des cénobes adultes, très peu de jeunes colonies: la multiplication végétative des *Pediastrum* est donc toujours nulle ou très peu active dans la zone du plancton pendant l'hiver.

Les observations que j'ai faites dans l'étang du Jardin botanique de Tours me permettent de donner quelques précisions en ce qui concerne *P. Boryanum:*

1° Pour que la multiplication devienne active, dans le plancton, il faut que la température de l'eau ne descende pas le matin au-dessous de 11-12°, l'optimum de température parait être 14-15° et 12 est un minimum (courbe 5). Alors *P. Boryanum* devient prédominant en quelques jours.

2° Quand la température dépasse 20°, la multiplication se ralentit, les colonies grossissent et les granulations apparaissent sur les cellules: *P. Boryanum* devient moins abondant (courbe 5). 20° n'est pas un maximum mais un point critique, au-dessus duquel la végétation de l'algue se ralentit. A l'automne, quand la température se maintient de nouveau vers 15°, *P. Boryanum* végète activement dans certaines stations, particulièrement dans la Loire et le Cher (période des basses eaux) et repasse par un maximum dans l'étang du Jardin de Tours (courbe 5).



Courbe 5. — Variation saisonnières de *P. Boryanum* (II) et *P. duplex* (III); (I), courbe des températ

P. duplex se comporte vis à vis de la température comme *P. Boryanum*. Dans l'étang du Jardin botanique de Tours, sa végétation au printemps est bien moins active, mais, à l'automne, il domine à peu près aux mêmes températures que *P. Boryanum* au printemps, de 22° à 10° (courbe 5).

CHAPITRE CINQUIEME

INFLUENCE DES MATIERES DISSOUTES DANS L'EAU SUR LA PRESENCE ET LE DEVELOPPEMENT DES PEDIASTRUM

On trouve, en Anjou et en Touraine, des formations d'eau douce, semblables par l'étendue, la profondeur, l'agitation et l'aération de la masse d'eau, mais abritant, à la belle saison, des planctons différants quant aux Chlorophycées prédominantes. Il y a des stations qui donnent des planctons à Desmidiées, d'autres des planctons à Protococcacées; dans les premières, prédominent les espèces des genres *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Closterium*, *Arthrodesmus*, etc.; dans les secondes, les *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Coelastrum* sont particulièrement abondants.

J'ai cherché à savoir si la nature et la quantité des substances dissoutes n'avaient pas une influence sur la présence ou l'absence, sur la rareté ou l'abondance des *Pediastrum*, dans un milieu donné. Voici quelques observations sur ce sujet :

I. ETANG DE SERRANT

Cet étang est, dans l'état actuel de mes recherches, la station la plus riche en *Pediastrum* de toute la région: les sept espèces européennes des plaines s'y rencontrent: *P. Boryanum, angulosum, duplex, simplex, Tetras, biradiatum, Kawraiskyi.* Pendant toute l'année *angulosum, duplex* et *Boryanum* sont extrêmement abondants et nettement prédominants. *P. simplex* devient commun pendant la belle saison; *P. Tetras* est fréquent. En 1929, *P. biradiatum* et *Kawraiskyi* ont été communs; *P. Kawraiskyi* se montra de nouveau abondant en avril 1931. Le genre *Coelastrum* est représenté par une espèce extrêmement abondante et peu connue ailleurs dans la région, le *Coelastrum reticulatum* (Dang.) Senn. Les Desmidiées sont beaucoup plus rares.

Voici les résultats de l'analyse de l'eau de l'étang: Prélèvement: 17 juin 1930, crue, $pH = 7{,}4$.

I. *Hydrotimétrie :*

Degré hydrotimétrique total	....	8
« « permanent	....	7
« « après ébullition et précipitation de Ca par l'oxalate d'ammonium	....	1
« « après élimination de Ca par l'oxalate	....	1

II. *Eléments minéraux :*

résidu sec...............................	par litre	260 mg
perte au rouge...........................	—	145 mg
résidu à la calcination..................	—	115 mg
CO^2 libre.................................	—	traces
CO^3Ca	—	10 mg
$Si\ O^2$	—	2 mg 51
Fe	—	2 mg 98
$Al^2\ O^3$	—	traces
Ca (total en CaO)........................	—	27 mg 2
Mg (total en MgO)........................	—	8 mg 2
Bases alcalines	—	10 mg 6
Sulfates en SO^3...........................	—	19 mg 27
P (acide phosphorique)...................	—	traces
Chlorures (en Nacl)......................	—	54 mg 75

III. *Azote et matières organiques :*

Matières organiques en oxygène (de MNO^4K)	par litre	9 mg 60
Matières organiques en acide oxalique.....	—	70 mg
Azote ammoniacal.........................	—	0 mg 21
Azote albuminoïde........................	—	0 mg 62
Azote nitreux............................	—	traces
Azote nitrique...........................	—	néant

IV. ***Examen du sédiment :***

Au bout de quelques jours, l'eau filtrée a laissé un dépôt léger, peu abondant, ocreux. Calciné avec NO^3H et repris par HCl à 10 %, ce dépôt donne un soluté qui, concentré, donne les réactions des sels ferriques.

Conclusions :

1° Eau très faiblement minéralisée, renfermant un *gros excédent* de matières organiques, avec des taux élevés d'ammoniaque et d'azote albuminoïde.

2° Ce sont peut être les sels ammoniacaux et les matières albuminoïdes qui communiquent à l'eau un *pH* (7,4) légèrement alcalin; en effet, les proportions relatives des principaux constituants minéraux indiquent un *pH* acide : teneur élevée en HCl, moyenne en NaOH, très faible en CaO et MgO.

3° Il faut aussi signaler la faible proportion de CO^3Ca et de CO^2, libre et combiné : le degré hydrotimétrique permanent est sensiblement égal au degré hydrotimétrique total.

4° Présence du *fer* en léger excès: eau *légèrement ferrugineuse*. L'eau filtrée, acidulée, concentrée, ne donne pas les *réactions des sels ferriques* (ferrocyan.K ou sulfocyan.NH^4); pour déceler ce fer et le doser, il faut évaporer à sec, calciner avec NO^3H pour détruire la matière organique, et reprendre par HCl étendu; la liqueur obtenue donne alors les réactions des sels ferriques. Le fer est donc fixé sur les matières organiques et non à l'état de sel minéral.

L'eau *filtrée* est légèrement jaunâtre; au bout de deux ou trois jours, elle abandonne dans les bouteilles un dépôt léger ocreux: ce dépôt contient la majeure partie du fer.

Si l'on veut, d'après ces résultats, classer l'eau de l'étang, suivant NAUMANN (161), on remarquera que par le gaz carbonique elle se place dans les eaux oligotrophes; par la chaux et le pH, dans les eaux mésotrophes; par les matières organiques, dans les eaux polytrophes.

D'autre part, on sait que les eaux de source contiennent toujours une quantité plus ou moins forte de calcaire précipitable à l'ébullition: les eaux de la Loire, du Cher, de l'étang du Jardin botanique de Tours se comportent, sous ce rapport, comme les eaux de source; au contraire, l'eau de l'étang de Serrant ne contient

pas de calcaire précipitable à l'ébullition. Sa faible minéralisation et sa richesse en matières organiques la rapprochent des eaux d'origine externe, provenant du sol par *ruissellement*.

11. PETIT ETANG DU JARDIN BOTANIQUE DE TOURS

Cette station m'a fourni cinq espèces du genre *Pediastrum : Boryanum, duplex, Tetras, simplex, biradiatum*. La première est prédominante en mai et juin; la deuxième, commune à la belle saison; la troisième, rare mais constante; les deux dernières, rares et très inconstantes. *Scenedesmus quadricauda* est toujours fort abondant et *Coelastrum microporum* quelquefois dominant à la belle saison. Les Desmidiées sont très mal représentées : on ne trouve que quelques espèces des genres *Staurastrum, Closterium, Cosmarium,* toujours rares. Voici les résultats de l'analyse de l'eau:

Prélèvement: 30 décembre 1929, $pH = 7{,}5$.

I. *Hydrotimétrie :*

Degré hydrotimétrique		total	17
«	«	permanent	6
«	«	après ébullition et élimination de Ca par l'oxalate d'ammonium	3
«	«	après précipitation de Ca par l'oxalate	7

II. *Eléments minéraux :*

résidu sec	par litre	270 mg
perte au rouge	—	90 mg
résidu à la calcination	—	180 mg
CO^2	—	14 mg
CO^3Ca	—	90 mg
Fe	—	1 mg
$Si\ O^2$	—	traces
Ca (total en CaO)	—	46 mg
Mg (total en MgO)	—	36 mg
Bases alcalines en NaOH	—	18 mg
Sulfates en SO^4	—	19 mg
Chlorures en NaCl	—	36 mg 5
P (acide phosphorique)	—	traces

III. *Azote et matières organiques :*

Matières organiques en O de MnO^4K.......	—	4 mg 7
Matières organiques en acide oxalique.....	—	40 mg
Nitrates	—	traces
Nitrites	—	traces
Ammoniaque	par litre	traces

Conclusions :

1° Cette eau est plus minéralisée que celle de Serrant.

2° Elle contient surtout une forte partie de la chaux et de la magnésie à l'état de carbonates, dissociables par ébullition.

3° Elle est moins riche en matières organiques dissoutes.

La station donne beaucoup moins de *Pediastrum* que celle de Serrant. L'eau contient plus de Ca, sans toutefois appartenir aux eaux calcaires.

Quelles relations y a-t-il entre la composition spéciale de l'eau de l'étang de Serrant et la grande quantité de *Pediastrum* qui y vivent ? La présence, en abondance, des espèces peu répandues, comme *P. angulosum, biradiatum* et surtout *Kawraiskyi,* tient-elle aux éléments chimiques de l'eau, à leurs proportions respectives ?

L'analyse suivante, comparée à celle de l'eau de l'étang de Serrant, montre, je crois, le rôle de l'élément minéral relativement à la présence, dans une station, des espèces rares du genre *Pediastrum* et à l'abondance des autres. L'eau provient de l'*étang de Chevigné, voisin de l'étang de Serrant* et semblable à lui par la profondeur et l'étendue de la masse d'eau. A Chevigné ne végètent que *P. Boryanum, duplex,* généralement abondants, et *P. simplex, Tetras,* plus ou moins rares. *P. Kawraiskyi, angulosum, biradiatum,* si communs à Serrant, ne s'y sont jamais montrés.

ETANG DE CHEVIGNE (M.-et-L.)

30 juin 1932; $pH = 7,5$

I. *Hydrotimétrie :*

Degré hydrotimétrique total........................	16
« « permanent	9
« « après élimination de Ca par l'oxalate d'ammoniaque	8

«	«	après ébullition et précipitation de Ca par l'oxalate d'ammoniaque	5

II. *Eléments minéraux :*

résidu sec	par litre	250 mg
perte au rouge	—	100 mg
résidu fixe	—	150 mg
CO^2	—	15 mg
CO^3Ca	—	70 mg
SO^4Ca	—	14 mg
MgO	—	46 mg
Fe	—	traces
$Si O^2$	—	9 mg
Chlorures (en Nacl)	—	58 mg

III. *Azote et matières organiques :*

Matières organiques en oxygène (de MNO^4K)	—	
(milieu acide)	—	9 mg
Azote ammoniacal	—	0 mg 16
Azote albuminoïde	—	0 mg 60
Azote nitreux	—	traces
Azote nitrique	—	néant

Les eaux des deux étangs (SERRANT et CHEVIGNÉ) ont sensiblement même teneur en matières organiques, en azote ammoniacal, albuminoïde, nitreux et nitrique, ce qui permet une comparaison instructive des éléments minéraux :

	Chevigné	*Serrant*
CO^2	15 mg	Non dosable
CO^3Ca	70 mg	10 mg
MgO	46 mg	6 mg 2
Fe	traces	2 mg 9

A Serrant, l'eau est très pauvre en CO^2, CO^3Ca, MgO, mais légèrement ferrugineuse ; à Chevigné, la teneur de l'eau en CO^2, CO^3Ca, MgO est moyenne, mais l'eau est pauvre en fer. La première paraît convenir particulièrement aux *Pediastrum*.

Cela ressort aussi d'un travail de VAN OYE (171) sur la biologie et l'écologie du phytoplancton d'un lac tropical, le lac Gedeh, à Java. La superficie du lac est de 28 hectares. Les eaux, pauvres en matières organiques dissoutes, sont assez minéralisées et surtout riches en silice, Ca et Mg, comme le montrent les chiffres ci-dessous:

Matières organiques en oxygène de MnO‘K.	—	4 mg 4
Cl	—	9 mg
NO^2	—	absent
NO^3	—	absent
NH^3	—	absent
SiO^2	—	23 mg
Fe	—	3 mg
CaO	—	34 mg
MgO	—	19 mg

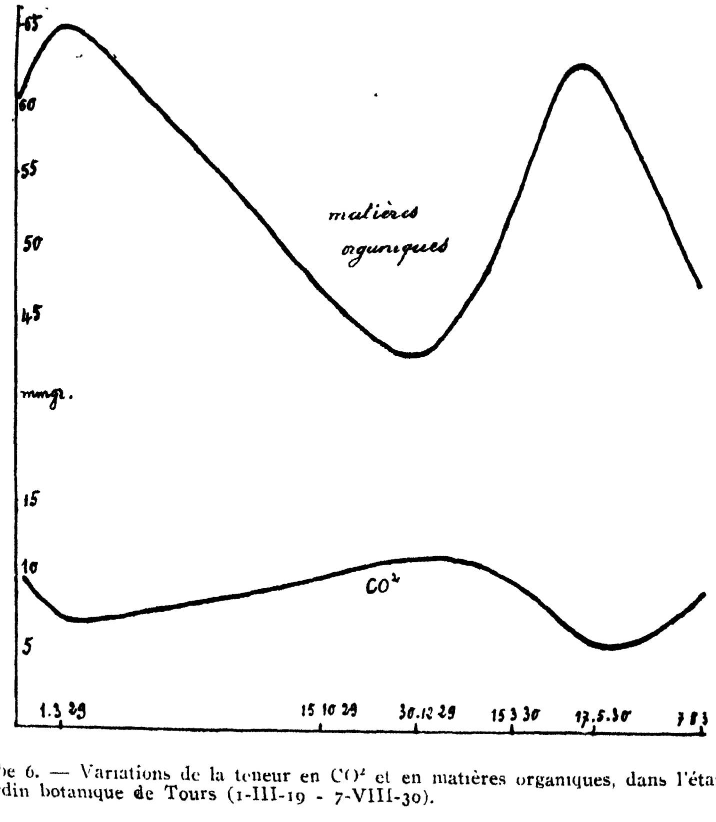
Cette eau s'oppose à celle de Serrant par sa richesse en SiO^2, CaO et MgO. Or VAN OYE, au cours d'une année d'études sur le plancton de cette station, n'y a jamais trouvé aucun *Pediastrum*. D'autre part, dans les étangs calcaires du Nord d'Angers (Etang du Malaguet) ou de Saumur (Etang du Bellai), où le *pH* atteint 8, les Pédiastrées cèdent le pas aux Desmidiées.

De plus, j'ai cherché à savoir si, dans l'étang du Jardin botanique de Tours, où tous les ans on constate, fin avril début mai, une intensité maxima très nette de la multiplication du *P. Boryanum* (phénomène qui, nous l'avons vu, est sous la dépendance de la température), on pouvait trouver, par des analyses de l'eau, soit une augmentation de la teneur de l'eau en sels nutritifs, soit une variation dans la concentration de certains éléments.

En effet, d'après les expériences de cultures de divers auteurs, et aussi d'après les observations que j'ai pu faire sur mes cultures, l'accélération du rythme dans la période de multiplication peut être obtenue par l'addition de certains éléments nutritifs, nitrate de potasse, phosphate monoacide d'ammoniaque, nitrate d'ammoniaque, perchlorure de fer, dans la proportion de 0 gr. 05 0/00, ou même par simple concentration légère du milieu par évaporation spontanée. En est-il de même dans les milieux naturels ?

Je ne le crois pas. En 1929 et 1930, j'ai fait plusieurs analyses de l'eau de l'étang du Jardin botanique de Tours: l'élément minéral n'a pour ainsi dire pas varié ni en quantité (il s'est toujours main-

tenu aux environs de 170 mg par litre), ni en qualité; en particulier, je n'ai jamais pu déceler la moindre augmentation de l'azote nitrique, de l'azote nitreux ou de l'azote ammoniacal pendant la belle saison, ni au moment de la plus grande intensité dans la multiplication végétative du *P. Boryanum*. Ces éléments restent toujours à l'état de traces, difficiles à doser exactement (qq. milligrammes au plus par litre).



Courbe 6. — Variations de la teneur en CO^2 et en matières organiques, dans l'étang du Jardin botanique de Tours (1-III-19 - 7-VIII-30).

Cependant, j'ai pu observer, au cours d'une année, des variations dans la concentration de deux éléments, les matières organiques et le gaz carbonique (libre et des bicarbonates, c'est à dire CO^2, chassé par ébullition et directement précipitable par l'eau de baryte). Les matières organiques passent par un maximum au printemps, au moment où CO^2 libre passe par un minimum, comme on

peut s'en rendre compte en comparant l'analyse suivante avec la précédente, p. 00 (eau prélevée le 30 décembre 1929), et en examinant les courbes 6, qui montrent les variations de CO^2 et des matières organiques en fonction du temps.

Etang du Jardin botanique de Tours. Eau prélevée le 1[er] mai 1929.

pH = 7,4 *t* = 14°

Matières organiques en oxygène...........	par litre	7 mg 7
Matières organiques en acide oxalique......	—	65 mg
CO^2	—	8 mg
Degré hydrotimétrique total.........................		15
« « permanent		6

On peut se demander d'abord s'il y a une relation de cause à effet entre l'augmentation des matières organiques et la diminution de CO^2: je suis tenté de le croire. En effet, l'augmentation des matières organiques commence avec la prédominance du plancton animal, qui a lieu, dans la station, à la fin de l'hiver ou au début du printemps (mars) et qui est caractérisée par d'énormes quantités de *Bosmina longirostris;* les matières de déchet des animaux sont des matières azotées basiques, qui donnent d'ailleurs rapidement de l'ammoniaque par l'action des bactéries. On peut donc penser qu'une partie de ces matières neutralisent CO^2 en excès dans l'eau.

Il reste à savoir s'il y a autre chose qu'une simple coïncidence entre le maximum des matières organiques et le minimum de CO^2, d'une part, et le maximum du développement du *P. Boryanum,* d'autre part. On a vu plus haut, par l'examen de l'eau de l'étang de Serrant, station d'une exceptionnelle richesse en *Pediastrum,* que les *Pediastrum* préfèrent les eaux peu minéralisées, peu riches en carbonates et en CO^2, et d'une certaine teneur en matières organiques; ce qui amène à faire la remarque que le maximum du développement de *P. Boryanum,* dans l'étang du Jardin de Tours, se produit au moment où la composition de l'eau se rapproche le plus de celle de Serrant. (Augmentation des matières organiques, *diminution de* CO^2 et aussi du degré hydrotimétrique). On peut donc penser que des recherches ultérieures amèneront à considérer

les *matières organiques* et le *gaz carbonique* comme des facteurs chimiques ayant une *action favorable ou défavorable* sur le développement et la multiplication des *Pediastrum,* suivant leur concentration; l'optimum des matières organiques doit être relativement élevé, sans doute voisin de 8 mmg d'oxygène de MnO^4K par litre; mais celui de CO^2 libre ou combiné doit être faible.

RESUME GENERAL ET CONCLUSIONS

I. Dans le genre *Pediastrum,* les *caractères morphologiques* utilisés par les Algologues pour découper les espèces en variétés ou formes, même pour délimiter certaines espèces, ne sont ni constants, ni héréditaires. La dimension des lacunes chez les types clathrés, le rayon de courbure et la profondeur de l'échancrure de la cellule marginale, la longueur et l'épaisseur des pointes, le nombre et la disposition des cellules dans le cénobe, certains ornements de la membrane, etc., ne sont que des caractères individuels, qui varient largement sous l'influence de divers facteurs.

Parmi ces *facteurs de variations* individuelles, deux sont importants: l'âge et le mode de vie, pélagique ou benthique.

L'âge arrondit les formes, fait gonfler les cellules, réduit les lacunes et les échancrures, épaissit les membranes, fait apparaître des granulations, des plis, etc.

La *vie pélagique,* en relation avec une plus grande capacité de flottement, accroît l'extension en surface, en augmentant les lacunes, la longueur des pointes, etc.; tandis que la vie benthique agit en sens inverse, jusqu'à détruire l'ordonnance caractéristique des *Pediastrum* et transformer la colonie plane en colonie plus ou moins globuleuse.

Quand l'âge et le mode de vie agissent dans le même sens, l'espèce peut en devenir méconnaissable. Les vieux cénobes benthiques prennent alors l'aspect de colonies de kystes, à cellules arrondies, à pointes fort réduites ou nulles, à paroi épaisse, qui ont été considérées comme des espèces particulières, telles que *P. muticum, P. integrum.*

Parmi les autres facteurs de variations interviennent encore :

la *température:* à son degré optimum, elle favorise la croissance et la multiplication végétative et, en précipitant les étapes du développement, réduit au minimum les caractères de vieillesse;

les *modifications chimiques du milieu:* concentration, dilution des corps dissous en général et d'un élément en particulier; les for-

mes cœlastroïdes semblent dépendre, du moins en partie, d'un facteur de cet ordre;

la *taille de la cellule mère,* au moment de la reproduction: elle est en relation directe avec le nombre de zoospores qui en proviennent, par conséquent avec le nombre de cellules que renferme le cénobe fils : des cénobes à 16 cellules peuvent ainsi provenir de cénobes à 32 cellules, et inversement;

le *hasard,* inévitable, semble-t-il, dans le groupement des zoospores, passant de l'agitation en masse globuleuse au repos dans un plan: un cénobe du type *radians,* à une seule couronne de cellules, peut naître ainsi d'un cénobe à deux séries concentriques de cellules;

l'*accident banal,* qui déforme, mutile un cénobe, lui enlevant, par exemple, sa couronne de cellules marginales caractéristiques...

La meilleure des preuves à fournir, pour démontrer que ces variations sont individuelles et non héréditaires, c'est de saisir sur le vif, côte à côte, une colonie mère et ses colonies filles, non encore essaimées : on peut alors se convaincre que, pour satisfaire à la systématique des flores, la mère et la fille devraient être souvent classées dans des variétés, parfois même dans des espèces, différentes. J'ai été assez heureux pour pouvoir fournir cette preuve dans de nombreux cas. On voit ainsi *P. integrum* donner naissance à des *Boryanum* typiques, *P. simplex* typique à la prétendue variété *radians.*

Par ailleurs, des renseignements précieux sont fournis par les cultures au Laboratoire. On voit ainsi apparaître des modifications plus ou moins profondes, dues à la fois au passage de la vie pélagique à la vie benthique et aux modifications chimiques du milieu: formes cœlastroïdes, formes *integrum, glanduliferum...*

La comparaison de la même espèce dans des milieux écologiques différents, grands étangs à eau plus agitée, petits étangs à eau tranquille, dépôts sur la boue du fond, les plantes et les pierres submergées, permet d'apprécier l'influence de l'agitation de l'eau. Le résultat de nombreuses observations peut être confirmé par l'expérimentation.

C'est dans la vie pélagique que les *Pediastrum* atteignent les caractères les plus accentués de leurs formes, spécialement adaptées au flottement. Dans le même milieu planctonique, les variations de l'espèce se réduisent aux modifications dues aux divers stades du

développement : on peut ainsi suivre l'influence de l'âge, indiqué, en général, par la dimension des cellules. L'accentuation des caractères, dans la vie pélagique, donne en même temps les meilleures occasions de comparer les caractères des diverses espèces qui vivent ensemble. Les observations de ce genre permettent de constater que, dans la même station et les mêmes conditions de pêche, 1° une espèce donnée se reconnait aisément dans l'ensemble de ses colonies, 2° deux espèces différentes se distinguent aisément à première vue. Un bon nombre d'erreurs et d'obscurités, contenues dans la littérature algologique, auraient été évitées, si les auteurs, trop préoccupés de tout signaler, de tout décrire et de tout nommer, avaient négligé les formes isolées, d'une origine écologique quelconque, et appuyé leur systématique sur l'observation de populations denses et homogènes de la zone pélagique.

Je crois avoir ainsi montré que plusieurs espèces, telles que *P. ovatum* (Ehr.) Braun, *P. Sturmii* Reinsch, *P. muticum* Ktz., *P. integrum* Naeg., que les nombreuses variétés, telles que *clathratum, gracillimum, longicorne, granulatum, araneosum, radians*... ne représentent que des formes individuelles, correspondant soit à des stades de développement, soit à des conditions écologiques variées. Elles n'ont donc pas de valeur systématique et elles devraient disparaître, du moins comme espèces ou variétés, des flores algologiques.

Je n'ai pas la prétention d'avoir trouvé, pour chacune des variations, l'explication biologique indiscutable, c'est-à-dire le facteur, interne ou externe, cause de la variation. De même, je dois reconnaître que, dans le grand nombre de variétés et de formes décrites par les auteurs, plusieurs ne se sont pas rencontrées dans mes pêches ou mes cultures. Appuyé sur mes observations concernant les variétés les plus communes, et même les variétés les plus éloignées du type moyen de l'espèce, je me crois autorisé à ne pas donner à ces variations non observées plus d'importance qu'aux autres et à les attribuer simplement à l'espèce.

Cette première partie de mon travail, de beaucoup la plus importante, correspond au but essentiel de mes recherches: éclairer la systématique des *Pediastrum* par leur étude biologique.

II. La seconde partie n'en est que la conséquence directe. La *systématique* des *Pediastrum* d'Europe se trouve ainsi réduite à 8 espèces :

P. simplex Meyen
P. Kawraiskyi Schmidle
P. duplex Meyen
P. biradiatum Meyen
P. Boryanum (Turpin) Meneghini
P. angulosum (Ehrenberg) Meneghini
P. Tetras (Ehrenberg) Ralfs
P. Braunii Wartmann

J'ai donné, à propos de chacune de ces espèces, les noms des autres espèces et des variétés, qui s'y rapportent comme de simples formes. J'y ai ajouté quelques notes de morphologie et d'histoire, pouvant éclairer la systématique de l'espèce.

III. Dans le courant de ces recherches, j'ai eu l'occasion d'observer, à plusieurs reprises, les phénomènes de la *reproduction asexuée;* j'ai groupé ces observations dans la troisième partie. J'ai pu assister à la formation de jeunes colonies, à partir de cellules ordinaires, chez toutes les espèces européennes, sauf chez *P. Braunii*, que je n'ai pu étudier vivant. J'ai assisté également à la sporulation de kystes, appartenant à diverses espèces. Ce dernier cas diffère du premier en deux points principaux: la vésicule renfermant les zoospores est souvent mise en liberté par gélification de la membrane du kyste; dans la vésicule, les zoospores se groupent d'ordinaire en 2 ou 4 cénobes.

Je n'ai jamais eu l'occasion d'observer la reproduction sexuée.

IV. Dans la quatrième partie, j'ai donné la *distribution géographique* des espèces de *Pediastrum*. En me basant sur mes pêches régionales et sur l'analyse détaillée de l'eau de quelques étangs, riches en *Pediastrum*, j'ai essayé d'établir quelques *particularités écologiques* du genre.

Que mon Maître, M. Bioret, — que je suis heureux de remercier encore en terminant —, me permette de lui emprunter la conclusion qu'il a donnée à son étude sur les Graphidées corticoles :

« Chez les plantes aussi simples, on peut reconnaître la double influence dont dépend la morphologie de l'être vivant: l'hérédité, marquée par certains caractères spécifiques, reconnaissables sous les variations individuelles, et l'adaptation du milieu, principale

source de variations. Le caractère héréditaire est surtout visible dans l'appareil reproducteur; mais on peut tout de même le retrouver dans l'appareil végétatif, plus plastique: c'est celui-ci surtout qui subit les modifications dues au milieu, modifications d'autant plus profondes que cet appareil est plus simple ».

Laboratoire de Botanique
de l'Université Catholique d'Angers,

Novembre 1932.

BIBLIOGRAPHIE

(Ouvrages consultés)

1. Abshagen G. — Das Phytoplankton des Greifswalder Boddens. — *Inaug. Diss. Greifswald*, 1908.
2. Allorge P. — Les associations végétales du Vexin français. — *Rev. gén. Bot.* 33, 34; 1921, 1922.
2 Allorge V. et P. — Hétérocontes, Euchlorophycées et Conjuguées de Galice. — *Rev. algol.*, 5, 1930.
4. Allorge P. et Denis M. — Remarques sur la distribution des Algues dans la Haute-Maurienne. — *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 67, 1920.
5. Allorge P. et Denis M. — Une excursion phytosociologique aux Lacs de Biscarosse (Landes). — *Ibid.*, 70, 1923.
6. Archer W. — Contribution to the Botany of H. M. S. Challenger. xxxiv: Note on the Freshwater Algœ collected by H. N. Moseley in Kerguelen's Land. — *Journ. Linn. Soc., Bot.*, 15, 1877.
7. Archer W. — Notes of some Collections made from Furnas Lake, Azores, containing Algœ and a few others Organisms. — *Ibid.*, 14, 1875.
8. Askenasy E. — Ueber die Entwickelung von *Pediastrum*. — *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 6, 1888.
9. Bachmann H. — Das Phytoplankton des Süsswassers, mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstättersees. — *Iena*, 1911.
10. Bachmann H. — Beiträge zur Algenflora des Süsswassers von Westgrönland. — *Mitt. Naturf. Ges. Luzern*, 8, 1921.

11. Bachmann H. — Das Phytoplankton der Pioraseen nebst einigen Beiträgen zur Kenntnis des Phytoplanktons schweizerischer Alpenseen. — *Zeitschr. f. Hydrol.*, 4, 1928.
12. Balsamo F. — Sulla Storia naturale delle Alghe d'Acqua dolce del Comune di Napoli. — *Atti R. Acad. Sc. Fis. Mat. Napoli, ser. 2, vol.* 1, 1885.
13. Bennett A. W. — Freshwater Algæ of the English Lake District. — *J. R. Micr. Soc.*, 1886.
14. Bennett A. W. — Freshwater Algæ of North Cornwall. — *Ibid.*, 1887.
15. Bennett A. W. — Freshwater Algæ and Cyanophyceæ of Southwest Surrey. — *Ibid.* 1892.
16. Bennin E. — Das Plankton der Warthe in den Jahren 1920-1924. — *Arch. f. Hydrob.* 17, 1926.
17. Bernard C. — Protococcacées et Desmidiées d'eau douce récoltées à Java. — *Dép. Agr. Ind. Néerl.*, 1908.
18. Bethge H. — Einige Fälle von Massenentwicklung bei Diatomeen. — *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 48, 1930.
19. Bigeard E. — Contribution à l'étude du *Pediastrum Kawraiskyi* Schmidle. — *Ann. Soc. Agr. Sc. Arts et Bell. Let. Dép. Indre-et-Loire,* 110, 1930; *Trav. Lab. Bot. Univ. Cath. Angers*, 3, 1931.
20. Bigeard E. — Les *Pediastrum* de France. — *C. R.*, 193, 1931.
21. Bioret G. — Le Plancton de l'Etang Saint-Nicolas. — *Bull. Soc. Et. Sc. Angers*, 55, (1925). 1926; *Trav. Lab. Bot. Univ. Cath. Angers*, 1, 1926.
22. Bohlin K. — Die Algen der ersten Regnell'schen Expedition. I : Protococcoideen. — *Bih t. K. Sv. Vet. — Akad. Handl.*, 23, 1897.
23. Bohlin K. — Etude sur la flore algologique d'eau douce des Açores. — *Ibid.*, 27, 1901.
24. Bolochonzev E. — Beobachtungen über das Phytoplankton der Wolga im Sommer des Jahres 1902. — *Jahrb. Wolga Biol. Stat.*, 1903.
25. Borge O. — Chlorophyllophyceer fran Norska Finmarker. — *Bih. t. K. Sv. Vet. — Akad. Handl.*, 17, 1892.
26. Borge O. — Süsswasser-Chlorophyceen gesammelt von Dr A. Osw. Kihlman in Nordlichsten Russland, Gouvernement Archangel. — *Ibid.*, 19, 1894.
27. Borge O. — Ueber subfossile Süsswasseralgen aus Gotland. — *Bot. Centr.*, 63, 1895.
28. Borge O. — Australische Süsswasser-Chlorophyceen. — *Bih. t. K. Sv. Vet. — Akad. Handl.*, 22, 1896.
29. Borge O. — Süsswasseralgen von Franz Josefs Land. — *Ofv. K. Sv. Vet. — Akad. Förh.*, n° 7, 1899.
30. Borge O. — Ueber tropische und subtropische Süsswasser-Chlorophyceen. — *Bih. t. K. Sv. Vet. — Akad. Handl.*, 24, 1899.
31. Borge O. — Süsswasseralgen aus Süd-Patagonien. — *Ibid.*, 27, 1901.
32. Borge O. Beiträge zur Algenflora von Schweden. — *Ark. f. Bot.*, 6, 1906.
33. Borge O. — Algen aus Argentina und Bolivia. — *Ibid.*, 6, 1906.
34. Borge O. — Nordamerikanische Süsswasseralgen. — *Ibid.*, 8, 1909.
35. Borge O. — Die Süsswasseralgenflora Spitzbergens. — *Vidensk. Skr. Mat. Naturv. Kl.*, n° 11, 1911.

36. Borge O. — Die von Dr A. Löfgren in São-Paulo gesammelten Süsswasseralgen. — *Ark. f. Bot.*, 15, 1918.

37. Borge O. — Die Algenflora des Täkernesees. — *Sjön Tåkerns Fauna och Flora*, 4, 1921.

38. Borge O. — Beiträge zur Algenflora von Schweden, III. — *Ark. f. Bot.*, 18, 1923.

39. Borge O. — Die von Dr F. C. Hoene während der Expedition Roosevelt-Rondon gesammelten Süsswasseralgen. — *Ibid.*, 19, 1925.

40. Borge O. — Zellpflanzen Ostafrikas gesammelt auf der Akademischen Studienfahrt, 1910. — *Hedwigia*, 58, 1928.

41. Borge O. — Beiträge zur Algenflora von Schweden, 4 : Die Algenflora am Grövelsee. — *Ark. f. Bot.*, 23, 1930.

42. Borgesen F. — Freshwater Algae. *Botany of the Faeroës*, *I*, 1901.

43. Borgensen F. and Ostenfeld C. H. — *Phytoplankton of Lakes in the Faeroës*. — *Ibid.* II, 1903.

44. Braun A. — Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. — *Leipzig*, 1851.

45. Braun A. — Algarum unicellularium genera nova et minus cognita. — *Leipzig*, 1855.

46. Brebisson (de) et Godey. — Algues des environs de Falaise. — *Mém. Soc. Acad. Falaise*, (1835) 1836.

47. Brebisson A. (de). — Liste des Desmidiées observées en Basse-Normandie. — *Mém. Soc. Imp. Sc. Nat. Cherbourg*, 4, 1856.

48. Bruhl P. and Biwas K. — Algæ of the Loktak Lake. — *Mém. Asiat. Soc. Bengal.*, 8, 1926.

49. Brunnthaler J. — Phytoplankton aus Kleinasien. — *Sitz. K. Akad. Wiss. Wien*, 112, 1903.

50 Brunnthaler J. — Protococcales. — *PASCHER : Susswasser-Flora Deutschlands*, H. 5, 1915.

51. Brutschy A. — Die Algenflora des Val Piora. — *Zeitschr. f. Hydrol.*, 5, 1929.

52. Carlson G. — Süsswasseralgen aus der Antarktis, Süd-Georgien und den Falkland Inseln. — *Wiss. Ergebn. Schwed. Sud-Pol. Exped.*, Bd 4, 1913.

53. Carter Nellie. - A systematic account of the Plants collected in New Caledonia and the Isle of Pines by M. Compton in 1914. — *J. Linn. Soc. Bot.*, 46, 1922.

53 bis. — Cedercreutz C. — Süsswasseralgen aus Petsamo I, II. — *Memor. Soc. F. et Fl. Fenn.*, 5, 1929 ; 7, 1932.

54. Chodat A. — Etudes de Biologie lacustre : Nouvelles remarques sur la flore planctonique superficielle des lacs suisses et français. — *Bull. Herb. Boiss.*, 6, 1898.

55. Chodat R. — Algues vertes de la Suisse. — *Matér. pour la Fl. Crypt. Suisse*, I. 3, 1902.

56. Chodat R. — Matériaux pour l'histoire des Algues de la Suisse, VI : *Pediastrum tricornutum* Borge, étude critique. — *Bull. Soc. Bot. Genève*, 1922.

57. Chodat et Huber J. — Développement des *Pediastrum*. Remarques sur le système des Algues vertes inférieures. — *Arch. Sc. Phys. Nat. Genève*, 31, 1894.
58. Chodat R. et Huber J. — Recherches expérimentales sur le *Pediastrum Boryanum*. — *Ibidem* et *Bull. Soc. Bot. Suisse*, 5, (1894), 1895.
59. Cilleuls J. (des). — Le Phytoplancton de la Loire et de ses affluents dans la région saumuroise. — *Intern. Rev. d. ges. Hydrob. u. Hydrogr.*, 20-21, 1928-1929; *Trav. Lab. Bot. Univ. Cath. Angers*, 2, 1928.
60. Cleve P. T. — Diatomaceer fran Spetsbergen. — *Ofv. K. Sv. Vet. — Akad. Förh.*, 10, 1867.
61. Comère J. — Addition à la Flore des Algues d'eau douce du pays Toulousain et des Pyrénées centrales. — *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 56, 1927.
62. Corda A. — Observations sur les animalcules microscopiques qu'on trouve auprès des eaux thermales de Carlsbad. — *Alman. de Carlsbad*, 5 ann., 1835.
63. Corda A. — Observations sur les Euastrées et les Cosmariées. — *Ibid.*, 9, 1839.
64. Cooke M. — British Fresh-Water Algæ. — 1882-1884.
65. Cozette P. — Catalogue des Algues terrestres et d'eau douce du Nord de la France. — *C. R. Congr. Soc. Sav. Paris*, (1903) 1904.
66. Dalla Torre (K.-W. von) und Sarntheim (L. Gr. von). — Die Algen von Tirol, Voralberg und Lichtenstein. — *Inssbruck*, 1901.
67. Dangeard P.-A. — Mémoire sur les Algues. — *Le Botaniste*, 1, 1889.
68. Debray F. — Catalogue des Algues. — *BATTANDIER et TRABUT : Flore de l'Algérie*, 1896-1897.
69. Deflandre G. — Contribution à la flore algologique de la Haute-Savoie. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 70, 1923.
70. Deflandre G. — Additions à la flore algologique des environs de Paris. — *Ibid.*, 71, 1923; 72, 1925.
71. Deflandre G. — Note sur la flore algologique de deux localités alpines. — *Ibid.*, 72, 1925.
72. Deflandre G. — Contributions à la flore algologique de France : Confolentais. — *Ibid.*, 73, 1926. — (a) II-IV. *Ibid.*, 75, 1928.
73. Deflandre G. — Contribution à l'étude des Algues des eaux douces du Vénézuéla. — *Rev. algol.*, 3, 1928.
74. Denis M. — Observations algologiques dans les Hautes-Pyrénées. — *Ibid.*, 1, 1925.
75. Denis M. — Contribution à la flore algologique d'Auvergne I. — *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 72, 1925.
76. Denis M. — Essai sur la végétation des mares de la forêt de Fontainebleau. — *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 10ᵉ sér., 7, 1925.
77. Denis M. — Contribution à la flore algologique d'Auvergne. II. — *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 73, 1926.
78. Dorogostaisky V. — Matériaux pour servir à l'algologie du lac Baïkal et de son bassin. — *Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou*, n. s., 18, 1904.

78 bis. FISCHER R. — Die Algen Mährens und ihre Verbreitung. — *Verh. d. naturf. Ver. in Brünn*, Bd 57, 1920.

79. FORTI A. — Contributo 4° alla conoscenza della Florula Ficologica Veronese. — *Nov. Notar.*, 13, 1902.

80. FORTI A. — Appunti algologici per l'Anatolia. — *Ibid.*, 16, 1905.

81. FOURNIER P. — Catalogue des Algues vertes d'eau douce observées en France. — *F. des Jeunes Natur.*, 34, 1904.

82. FRÉMY P. — Contribution à l'étude de la Flore algologique de l'Afrique équatoriale française. — *Rev. algol.*, 1, 1925.

83. FRÉMY P. — Algues provenant des récoltes de M.-A. Gadeau de Kerville dans le canton de Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne). — *Bull. Soc. Amis Sc. Nat. Rouen*, 1930.

84. FRITSCH F. — Freshwater Algæ collected in the South Orkneys by M.-R. Rudmose Brown, of the Scottish National Antarctic Expedition 1902-1904. — *J. Linn. Soc. Bot.*, 40, 1912.

85. FRITSCH F. — Freshwater Algæ. — *Brit. Antarct. « Terra Nova » Exped.*, 1910. London, 1917.

86. FRITSCH F. — Contributions to our knowledge of the Freshwater Algæ of Africa. 2. — A First Report on the Freshwater Algæ, mostly from the Cape Peninsula, in the Herbarium of the South African Museum. — *Ann. South Afric. Mus.*, 9, VII, 1918.

87. FRITSCH F. and STEPHENS (Miss. E.). — Contributions to our knowledge of the Freshwater Algæ of Africa. — 3. Freshwater Algæ, mainly from the Transkei Territories, Cape Colony. — *Trans. R. Soc. South Africa*, 9, I, 1921.

88. GAIDUKOV N. — Zur Œkologie der Süsswasseralgen. — *Bot. Arch.*, 6, 1924.

89. GAIDUKOV N. — Weitere Beiträge zur Œkologie der Süsswasseralgen. — *Ibid.*, 9, 1925.

90. GAUTHIER-LIÈVRE (Mme L.). — Recherches sur la flore des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. — *Thèse*, Paris, 1931.

91. GEORGEVITCH P. — Desmidiaceen aus dem Prespasee in Macedonien. — Desmidiaceen aus dem Wlasina-See. — *Beih. z. Bot. Centralbl.*, 26, II, 1910.

92. GRAUDINA A. — Die Algenflora des Stadtkanals von Riga. — *Acta Horti Bot. Univ. Latviensis*, 3, 1928.

93. GRUNOW A. — Die Desmidiaceen und Pediastrum einiger österreichischer Moore. — *Verh. K. K. Zool. Bot. Ges. Wien*, 1858.

94. GUERRERO Gonzales P. — Nuevos datos del plancton hispanico-marroqui (agua dulce). — *Bol. R. Soc. Espan. Hist. Nat.*, 29, 1929. (*Hedwigia*, 69, 1930).

94 bis. GUERRERO Gonzales P. — Contribucion al Estudio de las Algas y Esquizofitas de Espana. — *Trab. Mus. Nac. Cienc. Bot.*, 22, 1927. (*Bot. Centralbl.*, 160, p. 419, 1931).

95. GUTWINSKI R. — Flora Algarum agri Leopoliensis. — *Spr. Kom. fiz. Akad. Um. Krakowie*, 27, 1892.

96. GUTWINSKI R. — Flora Algarum agri Tarnopoliensis. — *Ibid.*, 30, 1894.

97. GUTWINSKI R. — Prodromus Floræ Algarum Galiciensis. — *Rozpr. Wydz. mat. — przyr. Akad. Um. Krakow.*, 28, 1895.

98. GUTWIŃSKI R. — De nonnullis Algis novis vel minus cognitis. — *Ibid.*, 33, 1896.

99. GUTWINSKI R. — Wykaz Glonow zebranych w okolicy Madowic-Makowa. — *Spr. Kom. fis. Akad. Um. Krakow.*, 32, 1897.

100. HANDA R. — A Contribution to our Knowledge of the Green Algœ of Rangoon. — *Journ. Burma Res. Soc.*, 17, 1927.

101. HANSGIRG A. — Prodromus der Algenflora von Böhmen I. — *Prague*, 1886.

102. HANSGIRG A. — Beiträge zur Kenntnis der Süsswasser-Algen und Bakterien-Flora von Tirol und Böhmen. — *Sitz. K. Böhm. Ges. Wiss.*, 1892.

103. HARPER R. — Morphogenesis in *Pediastrum*. — *Science*, 2, 1913.

104. HARPER R. — On the Nature of Types in *Pediastrum*. — *Mem. New-York Bot. Gard.*, 6, 1916.

105. HARPER R. — Organisation, Reproduction and Inheritance in *Pediastrum*. — *Proc. Americ. Phil. Soc.*, 57, 1918.

106. HASSALL A. — A History of the British Freshwater-Algœ. — *London*, 1845.

107. HOLST. — Postglaciale Tidsbestamminger. — *Sver. Geol. Unders., ser. C.* n° 216, 1919.

108. HUBER-PESTALOZZI G. — Die Schwebeflora (das Phytoplankton) von Seen und Kleingewässern der alpinen und nivalen Stufe. — *Zurich*, 1926.

109. HUBER-PESTALOZZI G. — Beiträge zur Kenntnis der Süsswasseralgen von Korsika. — *Arch. f. Hydrob.*, 19, 1928.

110. HUBER-PESTALOZZI G. — Algologische Mitteilungen VI. Algen aus dem Lago di Muzzano. — *Ibid.*, 20, 1929.

111. HUBER-PESTALOZZI G. — Das Plankton natürlicher und künstlicher Seebecken Süd-afrikas. — *Atti Congr. Intern. Limnol. Roma* 1927, 1929.

112. HUBER-PESTALOZZI G. — Algen aus dem Knysnawalde in Südafrika. — *Z. f. Bot.*, 23, 1930.

113. HUITFELDT-KAAS H. — Planktonundersögelser i Norske Vande. — *Christiania*, 1906.

113 bis. HUTCHINSON E., PICKFORD G. and SCHUURMAN J. — A Contribution to the hydrobiology of pans and other inland waters of South-Africa. — *Arch. f. Hydrob.*, 24, 1932.

114. ISTVANFFI (J. VON). — Die Kryptogamenflora des Balatonsees und seiner Nebengewässer. — *Res. Wiss Erf. Balatonsees, Sect.* I. 1898.

115. KAYSER P. — Beiträge zur Kenntnis der Hydrographie und Biologie des Steinhudermeeres. — *Arch. f. Hydrob.*, 10. 1915.

116. KIRCHNER O. — Kryptogamenflora von Schlesien (COHN). Algen. — *Breslau*, 1878.

117. KLEMM J. — Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald. — *Inaug. Diss., Greifswald*, 1914.

118. KLOCK W. — Phytoplanktonuntersuchungen im Brackwassergebiet der Unterwarnow. — *Int. Rev. ges. Hydrob....*, 23, 1930.

119. KRAMER O. — Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald. — *Inaug. Diss., Greifswald*, 1919.

120. KRIEGER W. — Zur Biologie des Flussplankton des Havelgebietes. — *KOLKWITZ's Pflanzenforschung*, 10, 1927.

121. KRIEGER W. — Algenassoziationen von den Azoren und aus Kamerun. — *Hedwigia*, 70, 1930.

122. KUFFERATH H. — Notes sur la flore algologique du Luxembourg méridional, II. — *Ann. Biol. lac.*, 7, 1914.

123. KÜTZING F. — Synopsis Diatomearum. — *Linnæa*, 8, 1833.

124. KÜTZING F. — Phycologia germanica. *Nordhausen*, 1845.

125. KÜTZING F. — Species Algarum. — *Leipzig*, 1849.

126. LAGERHEIM G. — Bidrag till Kännedomen om Stockholmstraktens Pediastreer, Protococcaceer och Palmellaceer. — *Öfv. K. Sv. Vet. — Akad. Förh.* 39, 1882.

127. LAGERHEIM G. — Bidrag till Sveriges Algflora. — *Ibid.*, 40, 1883.

128. LAGERHEIM G. — Ueber einige Algen aus Cuba, Jamaica und Puerto-Rico. — *Bot. Notis.*, 1887.

129. LAGERHEIM G. — Contributiones a la Flora algologica del Ecuador. — *Anal. Univ. Quito*, 1890.

130. LAGERHEIM G. — Chlorophyceen aus Abessinien und Kordofan. — *Nuov. Notar.*, 4, 1893.

131. LAGERHEIM G. — Beiträge zur Flora der Bären-Insel, 2. — *Bih t. K. Sv. Vet. — Akad Handl.*, 26, 1900.

132. LAGERHEIM G. — Om Lamm af Rhizopoder. — *Geol. For. Stockholm Förh.*, 23, 1901.

133. LEMMERMANN E. — Die Planktonalgen des Müggelsees bei Berlin. II. — *Zeitschr. f. Fisch.* 1897.

134. LEMMERMANN E. — Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. II : Beschreibung neuer Formen. — *Bot. Centralbl.*, 76, 1898.

135. LEMMERMANN E. — Das Phytoplankton sächsischer Teiche. — *Forsch. Biol. Stat. Plon*, 7, 1890.

136. LEMMERMANN E. — Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific. — *Abh. Nat. Ver. Bremen*, 16, 1899.

137. LEMMERMANN E. — Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen III : Neue Schwebealgen aus der Umgegend von Berlin. — *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 18, 1900.

138. LEMMERMANN E. — Id. XIII : Das Phytoplankton des Ryck und des Greifswalder Boddens. — *Ibid.*, 19, 1901.

139. LEMMERMANN E. — Nordisches Plankton. XXI : Flagellatæ, Chlorophyceæ. — *Kiel und Leipzig*, 1903.

140. LEMMERMANN E. — Das Phytoplankton des Meeres, II. — *Abh. Nat. Ver. Bremen*, 17, 1903.

141. LEMMERMANN E. — Das Plankton schwedischer Gewässer. — *Arck. f. Bot.*, 2, 1904.

142. LEMMERMANN E. — Über das Vorkommen von Süsswasserformen im Phytoplankton des Meeres. — *Arch. f. Hydrob.*, 1, 1906.

143. LEMMERMANN E. — Das Plankton des Weser bei Bremen. — *Ibid.*, 2, 1907.

144. LEMMERMANN E. — Das Plankton des Jang-tse-kiang (China). — *Ibid.*, 2, 1907.

145. LEMMERMANN E. — Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen : XXIII : Das Phytoplankton des Lago di Varano und des Lago di Monate (Italien).

147. Lemmermann E. — XXIV : Plankton aus Schlesien 2.
148. Lemmermann E. — XXV : Die Algen des Stralsunder Rohwassers. — *Ibid.*, 3, 1908.
149. Lemmermann E. — Algologische Beiträge, VI : Algen aus der Biviera von Lentini (Sizilien). — *Ibid.*, 4, 1909.
150. Lemmermann E. — Das Phytoplankton des Menam. — *Hedwigia*, 48, 1909.
151. Lemmermann E. — Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen, XXVI : Das Phytoplankton des Paraguay. — *Arch. f. Hydrob.*, 5, 1910.
152. Lindau G. — Die Algen II. — *Berlin*, 1914.
153. Lucks R. — Zur Kenntnis des westpreussischen *Pediastrum*- Arten. — *Jahrb. Westpr. Lehr. Ver. Naturk.*, 2-3, 1907.
154. Meneghini J. — Synopsis Desmidiœarum hucusque cognitarum. — *Linnœa*, 14, 1840.
155. Meyen F. — Beobachtungen über einige niedere Algenformen. — *Nova Acta Acad. Leop. Carol.*, 14, 1829.
156. Migula W. — Kryptogamen-Flora von Deutschland, Deutsch-Osterreich und der Schweiz. Algen I. — *Gera*, 1923.
157. Morosowa-Wodianitzkaja N. — Umriss der Gattung *Pediastrum*. — *Trav. Stat. biol. Novoross.*, 11, 1923.
158. Morosowa-Wodianitzkaja N. — Neue Formen des Genus *Pediastrum*. — *Arch. Rus. Prot.*, 4, 1925.
159. Morosowa-Wodianitzkaja N. — Die homologischen Reihen als Grundlage zur Klassifikation der Gattung *Pediastrum*. — *Ibid.* 4, 1925.
160. Naegeli K. — Gattungen einzelliger Algen. — 1849.
161. Naumann E. — Ziel und Hauptprobleme der regionalen Limnologie. — *Bot. Notis.*, 1927.
162. Nitardy E. — Zur Synonymie von *Pediastrum*. — *Beih z. Bot. Centralbl.* 32, II, 1914.
163. Nordstedt O. — De Algis aquæ dulcis et de Characeis ex insulis Sandvicensibus a Sv. Berggren 1875 reportatis. — *Minenskr. K. Fys. Sällsk. Lund*, 1878.
164. Nordstedt O. — Freshwater Algæ collected by D. R. S. Berggren in New Zealand and Australia. — *Bih. t. k. Sv. Vet Akad. Handl.*, 22, 1888.
165. Oltmanns F. — Morphologie und Biologie der Algen. 2 *Aufl.*, 1922-23.
166. Ostenfeld C. — Beiträge zur Kenntnis der Algenflora des Kossogol-Beckens in der nordwestlichen Mongolei. — *Hedwigia*, 46, 1907.
167. Ostenfeld C. — The Phytoplankton of the Aral Sea and its affluents. — *Wiss. Ergebn. Aralsea Exped.*, *St Petersb.*, 1908.
168. Ostenfeld C. — Phytoplankton aus dem Victoria Nyanza. — *Engl. Bot. Jahrb.*, 41, 1908.
169. Oye (P. van). — Contribution à la connaissance de la flore et de la faune microscopiques des Indes néerlandaises. — *Ann. Biol. lac.*, 11, 1922.
170. Oye (P. van). — Les Hydrodictyacées de Java. — *Nuov. Notar.*, 34, 1923.
171. Oye (P. van). — Biologie et Ecologie du Phytoplancton d'un lac tropical. — *Bull. Soc. R. Bot. Belg.*, 56, 1924.
172. Oye (P. van). — Données concernant la distribution géographique des Algues au Congo belge. — *Rev. Zool. Afric.*, 15, *Suppl. Bot.*, *Gand* 1927.

173. Oye (P. van). — Over de Wierflora van Belgisch-Kongo. — *Botan. Jaarb.*, 20, 1927.

174. Paravicini E. — Notizen zur Kenntnis der Flora und Fauna des Goktschasees in Hocharmenien. — *Arch. f. Hydrob.*, 10, 1915.

175. Pascher A. — Die Süsswasserflora Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz. Heft 5 : Chlorophyceæ. — *Iena*, 1915.

176. Petersen J. Boye. — On tufts of br stles in *Pediastrum* and *Scenedesmus*. — *Bot. Tidskr.*, 31, 1912.

177. Petersen J. Boye. — On « Pseudoflagella » and tufts of bristles in *Pediastrum*, especially *Pediastrum clathratum* (Schrœder) Lemm. — Ibid. 37, 1921.

178. Petersen J. Boye. — Algæ from O. Olufsen's Second Danish Pamir Expedition 1898-1899. — *Dansk Bot. Ark.*, 6, 1930.

178 bis. Petkoff St. — *a*) La flore aquatique et algologique de la Macédoine du S. O. — *Philoppopoli*, 1910.

b) Contribution supplémentaire à l'étude des Algues du sommet Kom et ses environs. — *Ann. Univ., Sofia*, 1, VI, 1911.

c) La flore algologique du mont Pirin-Planina. — *Rec. Acad. Bulg. Sc.*, 20, 1925.

179. Plumecke C. — Zur Biologie mecklenburgischer Gewässer I, II. — *Arch. f. Hydrob.*, 9, 1914.

180. Printz H. — Kristianatraktens Protococcoideer. — *K. Norske Videnskr. Selsk. Skr.*, 1913, n° 6, 1914.

181. Printz H. — Beiträge zur Kenntnis der Chlorophyceen und ihrer Verbreitung in Norwegen. — *Ibid.*, 1915, n° 2, 1916.

182. Printz H. — Die Chlorophyceen des südlichen Siberiens und des Uriankailandes. — *Ibid*, n° 4, 1916.

183. Printz H. — Chlorophyceæ. — *Die Naturlichen Pflanzenfamilien*, 2 *Aufl.*, 3, 1927.

184. Probst (T. von). — Ueber die Vermehrung von *Sorastrum* Naegeli, *Pediastrum* Meyen und *Tetraedron* Ktz. — *Tätitgk. — ber. Naturf. Ges. Basel.*, 7 (1922-25), 1926.

185. Rabenhorst L. — Deutschland Kryptogamenflora, II : Algen. — 1847.

186. Rabenhorst L. — Flora europœa Algarum aquæ dulcis et submarinæ, III. — 1868.

187. Raciborski M. — Przeglad Gatunkow Rodzaju *Pediastrum*. — *Mém. Acad. Sc. Cracovie*, 20, 1889.

188. Ralfs J. — British Desmidieæ. — *London*, 1848.

189. Rays (Mlle T.). — Note préliminaire sur quelques Algues récoltées aux environs de la situation biologique de Besse : lac de Bourdouze. — *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 76, 1929.

190. Reinsch P. — Die Algenflora des mittleren Theiles von Franken. — *Abh. Nat. Ges. Nürnberg*, 3 (1866), 1867.

191. Reinsch P. — Contributiones ad floram Algarum aquæ dulcis Promontorii Bonæ Spei. — *J. Linn. Soc. Bot.*, 16, 1878.

192. Reinsch P. — Die Süsswasseralgenflora von Süd-Georgien. — *Deutsche Polar-Exped.*. 2, 1890.

193. Richter P. — Süsswasseralgen aus dem Umanadistrikt (Ostgrönland). — *Bibl. Bot.*, 42, 1897.

194. Roll. J. — Les nouvelles espèces des Algues trouvées aux environs de la station biologique du Donetz du Nord. — *Arch. Rus. Protist.*, 4, 1925, (*Rev. algol.*, 4, 1929).

195. Roll. J. — Algues nouvelles trouvées dans le planeton de la rivière Dniepre. — *Ann. de Protist.*, 1, 1928.

196. Schiller J. — Der thermische Einfluss und die Wirkung des Eises auf die planktischen Herbstvegetation in den Altwassern der Donau bei Wien. — *Arch. f. Protistenk.*, 56, 1926.

197. Schmidle W. — Beiträge zur alpinen Algenflora. — *Osterr. Bot. Zeitschr.*, 45-46, 1895-1896.

198. Schmidle W. — Algen aus den Hochseen des Kaukasus. — *Arb. Bot. Gart. Tiflis*, 2, 1897.

199. Schmidle W. — Über einige von Bohlin in Pite Lappmark und Vasterbotten gesammelte Süsswasseralgen. — *Bih. t. k. Sv. Vet. Akad. Handl.*, 24, 1898.

200. Schmidle W. — Beiträge zur Flora von Afrika (Engler), IV : Die von W. Gœtze am Rukwa-See und Nyassa-See gesammelte... Chlorophyceæ. *Engl. Bot. Jahrb.*, 30, 1902.

201. Schmilde W. — Berichte über die botanische Ergebnisse der Nyassa-See... V : Algen. — *Ibid.*, 32, 1903.

202. Schodduyn R. — Contribution à l'étude biologique du Canal de Roubaix. — *Ann. Biol. lac.*, 14, 1925.

203. Schodduyn R. — Matériaux pour servir à l'Etude biologique des Cours d'eau de la Flandre française. - *Ibid.*, 14, 1925.

204. Schodduyn R. — Matériaux pour l'étude de la Faune et de la Flore des Eaux douces de Funchal (Madère). - *Ibid.*, 15 (1926), 1927.

205. Schroeder B. — Neue Beiträge zur Kentnis der Algen des Riesengebirges. — *Forsch. biol. Stat. Plön*, 6, 1898.

206. Schroeder B. — Das Pflanzenplankton preussischer Seeen. *Anhang zu :* Seligo : Untersuchungen in der Stuhmer Seeen. — *Danzig*, 1900.

207. Schroeder B. — Beiträge zur Kenntnis des Phytoplankton aus dem Kochel-und dem Walchensee in Bayern. — *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 35, 1917.

208. Schroeder B. — Phytoplankton aus dem Schlawasee. — *Ibid.*, 35, 1917.

209. Schroeder B. — Phytoplankton aus Seen von Mazedonien. — *Sitz. Akad. Wiss. Wien, Math. — Nat. Kl.*, 130, 1921.

210. Schroeter C. — Neue Beiträge zur Algenkunde Schlesiens. — *Jahresber. Schles. Ges. Vaterl. Kult.*, 61, 1883.

211. Schroeter C. — Die Schwebeflora unserer Seen (Das Phytoplankton). *Neuj. Naturf. Ges. Zürich*, 99, 1896.

212. Schroeter C. und Kirchner C. — Die Vegetation des Bodensees. — *Bodensee-Forsch.*, 9 *Abschn.*, 1896.

213. Skuja H. — Vorarbeiten zu einer Algenflora von Lettland III. — *Acta Horti Bot. Univ. Latv.*, 2, 1927.

214. SKUJA H. — Süsswasseralgen von den westestnischen Inseln Saaremaa und Hiiumaa. — *Ibid.*, 4 (1929), 1930.

215. SCHULTZ M. — Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald. — *Iaug. Diss., Greifswald*, 1914.

216. SCHUTOFF A. — Materialen zur Flora der Grünalgen des Wolgaplanktons. — *Arb. Biol. Wolga Stat., Saratow*, 6, 1922.

217. SELIGO A. — Hydrobiologische Untersuchungen I. Zur Kenntnis der Lebenverhältnisse in einige westpreussischen Seen. — *Schr. Naturf. Ges., Danzig*, 1890.

218. SELK H. — Beiträge zur Kenntnis der Algenflora der Elbe und ihres Gebietes. — *Jahrb. Hamburg. Wiss. Anst.* (1907), 1908.

219. SKORIKOW R. — Über das Sommer-Plankton der Newa und aus einem Teile des Ladoga-Sees. — *Biol. Centralbl.*, 24, 1904.

220. SKVORTZOW B. — Contribution à la flore des Algues de la Russie d'Asie. III : Le Phytoplancton du lac Tshla de la province Priamourskaja. — *J. Soc. Russe Bot.*, 2, 1917.

221. SKVORTZOW B. — V : Algues de la province d'Akmolinsk. — *Ibid.*

222. SKVORTZOW B. — VII : Notions préliminaires sur le Phytoplancton de l'Amour. — *Ibid.*, 3, 1918.

223. SKVORTZOW B. — VIII : Les Algues de l'Altaï. — *Ibid.*

224. SKVORTZOW B. — X : Sur quelques Algues des provinces de l'Amour et de la Transbaïkalie. — *Ibid.*

225. SKVORTZOW B. — Notes on the Agriculture, Botany and Zoology of China. 3 : The Freshwater Algœ from the Fonds of South China — *J. Asiat. Soc. Shanghai*, 50, 1919.

226. SKVORTZOW B. — 11 : The Phytoplankton of some Tibetan Lakes. — *Ibid.*

227. SKVORTZOW B. — 12 : On some Freshwater Algœ collected in Shanghai. — *Ibid.*

228. SKVORTZOW B. — 48 : On the Winter Phytoplankton of the Fish-Fonds of Foochow. — *Ibid.*, 53, 1922.

229. SKVORTZOW B. — 49 : On some Freshwater Algœ, collected by Mr. C. R. Kellog in Hokchiang, Fuckien. — *Ibid.*

230. SKVORTZOW B. — Über einige Süsswasseralgen der Umgegend von Peking (China). — *Arch. f. Hydrob.*, 16, 1925.

231. SKVORTZOW B. — Über einige Süsswasseralgen aus der Nord-Mansdchurei im Jahre 1916 gesammelt. — *Ibid.*, 16, 1926.

232. SKVORTZOW B. — Über einige Süsswasseralgen aus Pamér (Asien). — *Hedwigia*, 67, 1927.

232. SKVORTZOW B. — Über einige Süsswasseralgen aus Pamir (Asien). — *Hed-* Rivers of the Zaisan District, Altai Mountains, Siberia. — *J. of Bot.*, 65, 1907.

234. SKVORTZOW B. — Über das Phytoplankton des Zaisansees, Südsibirien. — *Arch. f. Hydrob.*, 19, I, 1928.

235. SMITH G. — Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin I. — *Wisc. Geol. and Nat. Hist. Surv.*, 57, 1920.

236. SMITH G. — The Phytoplankton of the Muskoka Region, Ontario, Canada. *Trans. Wiscons. Akad.*, 20, 1921.

237. SMITH G. — Cell Structure and Zoospores Formation in *Pediastrum Boryanum* (Tur.) Men. — *Ann. of Bot.*, 30, 1916.

237 bis. SMITH G. — New or interesting algæ from the lakes of Wisconsin. — *Bull. Torrey Bot. Club* 43, 1916.

238. STEINECKE F. — Glazialrelikte und Glazialformen unter den Algen. — Bot. *Arch.*, 22, 1928.

239. STOCKMAYER S. — Algœ. *In :* HANDEL-MANZETTI. Botanische Reise in das Pontische Randgebirge. — *Ann. K. K. Naturh. Hofmus. Wien*, 23, 1909.

240. STRÖM K. Münster. — Freshwater Algæ from Kaukasus and Turkestan. — *Nyt Magaz. f. Naturv.* 57, 1919.

241. STRÖM K. Münster. — Freshwater Algæ from Tuddal in Telemark. — *Ibid.*

242. STRÖM K. Münster. — Algological Notes, IV : Resting Spores of *Pediastrum*. — *Ibid.*, 59, 1921.

243. STRÖM K. Münster. — The Phytoplankton of some Norwegian Lakes. — *Skr. Norske Vidensk. Akad., Mat. Nat. Kl.*, 1921.

244. STRÖM K. Münster. — Norwegian Mountain Algæ. — *Ibid*, 1926.

245. TEILING E. — Schwedische Planktonalgen. II. — *Sv. Bot. Tidskr.*, 10, 1916.

246. TEODORESCO E. — Matériaux pour la flore algologique de la Roumanie. — *Beih. z. Bot. Centr.*, 21, II, 1907 ; *Ann. Sc. Nat Bot.*, 9e sér., 5, 1907.

247. TONI (J.-B. de). — Sylloge Algarum I. — 1889.

248. TROITZKAJA C. — De significatione taxonomica *Pediastri integri* Näg. — *Notulæ System. Inst. Crypt. Horti Bot. Petrop.*, 2, 1923.

249. TROITZKAJA C. — Sur le développement et la morphologie du *Pediastrum muticum* Ktz. et *P Boryanum* (Turp.) Men. — *Arch. Russ. Protist.*, 3, 1924.

250. TROITZKAJA C. — Recherches morphologiques expérimentales sur *Pediastrum simplex* Meyen. — *Ibid.*, 6, 1927.

251. TURNER W.-B. — Algœ aquæ dulcis Indiæ orientalis. — *K. Sv. Vet. Akad. Handl.*, 25. — 8192.

251 bis. USPENSKI E. — Eisen als Faktor für die Verbreitung niederer Wasserpflanzen. — *Pflanzenforschung (Kolkwitz), H.* 9, 1927.

252. VOSS Marie. — Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald. — *Inaug. Diss., Greifswald*, 1915.

253. WESENBERG-LUND C. — Plankton Investigations of the Danish Lakes. Special Part. — *Dan. Freshwat. Biol. Labor.*, op. 5, 1904.

254. WEST G. S. — Report on the Freshwater Algæ, including Phytoplankton of the Third Tanganyika Expedition. — *J. Linn. Soc. Bot.*, 38, 1907.

255. WEST G. S. — The Algæ of the Yan Yean Reservoir, Victoria. — *Ibid.*, 39, 1909.

256. WEST G. S. — Freshwater Algœ from the Percy Sladen Memor. Expeditions 1908-1911. — *Ann. South Africa Mus.*, 9, 1912.

257. WEST G. S. — Algœ. — *Cambridge Bot. Handb.*, 1916.

258. WEST W. — Algœ of the English Lake District. — *J. R. Micr. Soc.*, 1892.

259. WEST W. — Notes on Scotch Freshwater Algœ. — *J. of. Bot.*, 31, 1893.

260. WEST W. — A Contribution to the Freshwater Algæ of West Ireland. — *J. Linn. Soc. Bot.*, 29, 1893.

261. West W and G. S. — New American Algœ. — *J. of. Bot.*, 33, 1895.

262. West W. and G. S. — A Contribution to our Knowledge of the Freshwater Algœ of Madagascar. — *Trans. Linn. Soc. Bot.*, 5, 1895.

263. West W. and G. S. — Algœ from Central Africa. — *J. of. Bot.*, 34, 1896.

264. West W. and G. S. — Welwitch's African Freshwater Algœ. — *Ibid.*, 35, 1897.

265. West W. and G. S. — The Alga-Flora of Yorkshire. — *Bot. Trans. Yorksh. Nat. Un.*, 5, 1901.

266. West W. and G. S. — Scottish Freshwater Plankton. — *J. Linn. Soc. Bot.*, 35, 1903.

267. West W. and G. S. — Freshwater Algœ from Birma, including a few from Bengal and Madras. — *Ann. R. Bot. Gard. Calcutta*, 6, 1907.

268. Wilczek A. — Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald. — *Inaug. Diss., Greifswald*, 1913.

269. Wildemann (E. de). — Quelques mots sur le *Pediastrum simplex* Meyen. — *Bull. Herb. Boissier*, 1, 1893.

270. Wildemann (E. de). — Catalogue de la Flore algologique de la Suisse. — *Mém. Soc. R. Sc. Liège, 2^e^ sér.*, 19, 1895.

271. Wildemann (E. de). — Flore des Algues de Belgique. — *Bruxelles*, 1896.

272. Wildemann (E. de). — Prodrome de la Flore algologique des Indes Néerlandaises. — *Batavia*, 1897-1899.

273. Wille N. — Bidrag til Kundskaben om Norges Ferskvandsalger I. Smaalenenes Chlorophyllophyceer. — *Christiania Vidensk. Forh.*, n° 11, 1880.

273 bis. Wille N. — Ferskvandalger fra Novaja Semljia, samlede af Dr. Kjelmann paa Nordenskiölds Expedition 1875. — *Ofv. K. Sv. Vet. — Akad. Förh.*, 5, 1879.

274. Wille N. — Bidrag til Sydamerikas Algflora I-III. — *Bih. t. K. Sv. Vet. Akad. Handl.*, 8, 1884.

275. Wille N. — Om Fœroërnes Ferskvandsalger og om Ferskvandsalgernes Spredningsmaader. — *Bot. Notis.*, 1897.

276. Wille N. — Algologische Notizen VII. — Zur Verbreitung der Süsswasseralgen im Südlichen Norwegen. — *Nyt. Magaz. Naturv.*, 39, 1901.

277. Wille N. — Süsswasseralgen von den Samoainseln, Havaii, den Salomoninseln, und Ceylon... gesammelt von Dr. K. Rechinger. — *Denkschr. Math. Nat. Kl. K. Akad. Wiss. Wien*, 91, 1914.

278. Wille N. — Algen aus Zentralasien gesammelt von Dr. Sven Hedin. — *SVEN HEDIN : Southern Tibet, vol. 6, part III, Bot.*, 1922.

279. Wille N. — Süsswasseralgen von der Deutschen Südpolar-Expedition auf dem Schiff « Gauss » 1901-1903. — *Deutsche Südpolar-Exped., Bot.*, 8, *IV*, 1924

280. Wille N. og Rosenvinge L. — Alger fra Novaia-Zemlia og Kara-Havet, samlede paa Dijmphna-Expeditionen 1882-1883. — *Dijmphana-Togtets Zool. bot. Udb.*, Copenhague, 1885.

281. Woloszynska (Mlle J.). — Das Phytoplankton einiger javanischer Seen, mit Berucksichtigung der Sawa-Planktons — *Bull. Acad. Sc. Cracovie*, 1912.

282. Woloszynska (Mlle J.). — Studien über das Phytoplankton des Viktoriasees. — *Hedwigia*, 55, 1914.
283. Woloszynska (Mlle J.). — Beitrag zur Kenntnis der Algenflora Litauens. *Bull. Acad. Sc. Cracovie*, 1917.
284. Woloszynska (Mlle J.). — Die Verbreitung der Algen auf dem Boden des Wigrysees. — *C. R. Stat. Hydr. Lac de Wigry*, 1 (1923), 1924.
285. Woloszynska (Mlle J.). — Algologische Notizen. — *Fol. Cryptog.*, 1, 1925.
286. Wolle F. — Desmids of the United States and List of American *Pediastrum*. — *Bethlehem*, 1884.
287. Woronichin N. — Beiträge zur Kenntnis der Süsswasseralgen des Kaukasus IV. — *Russ. Hydrob. Zeitschr.*, 2, 1923.
288. Woronichin N. — Grundriss der Algen-Vegetation des Kaukasus. — *Arch. f. Hydrob.*, 17, 1926.
289. Zacharias C. — Zur Kenntnis des Planktons sächsischer Fischteiche. — *Forsch. Biol. Stat. Plön*, 7, 1899.
290. Zacharias C. — Über einige interessante Funde im Plankton sächsischer Fischteiche. — *Biol. Centralbl.*, 19, 1898.
291. Zacharias S. — Über das Vorkommen von Borstenbüscheln an den Randzellen bei Pediastreen. — *Ibid.*, 23, 1903.
292. Zederbauer E. — und Brehm V. — Das Plankton einiger Seen Kleinasiens. — *Arch. f. Hydrob.*, 3, 1907.
293. Zykoff V — Über das Winterplankton der Wolga bei Romanow-Borisoglebsk. — *Zool. Anzeiger*, 29, 1906.

Exsiccata

294. Rabenhorst L. — Die Algen Sachsens. — Die Algen Europa's. — 1848-1873.
295. Wittrock et Nordstedt. — Algæ aquæ dulcis exsiccatæ. — 1877-1903.

THE DISCOVERY OF FRUITING *OEDOGONIUM REINSCHII* ROY

BY

LEWIS HANFORD TIFFANY.

Vegetative plants of *Œdogonium Reinschii* Roy have been reported from many aquatic habitats throughout temperate and subtropical regions since its first record by Reinsch en 1875 as *Cymatonema* sp. The peculiar and almost unique hexagonal, subhexagonal, or subellipsoid cells have made the identification of the species certain, even though only vegetative plants have heretofore been collected.

The plants apparently never fruits in temperate regions. Professor E. N. Transeau (Ohio State University) informs the writer that he had *Œ. Reinschii* under nearly constant observation for several weeks during the summer of 1923 at Cold Spring Harbor, New York (U. S. A.). Zoospores were formed frequently and germinated almost immediately into new plants. Neither oogonia nor antheridia were observed at any time.

The writer collected algae in Florida (U. S. A.) during January, February, and March, 1931, and found *Œ. Reinschii* in many different localities throughout the state. The plants were never fruiting at this time. During early May of 1933 a collection of algæ was made by Professor G. W. Blaydes (Ohio State University) in a cypress swamp near Madison, Florida. This sample contained fruiting material of *Œ. reinschii* in abundance.

An examination of the Florida plants makes it possible, for the first time, to complete the description of the species. Although the antheridia were very scarce, the oogonia were abundant. The emended description of the species follows :

Œdogonium Reinschii Roy ; **char. emend.**

In Cooke 1884, p. 160, pl. 57, fig. 23 ; *Cymatonema sp.* Reinsch 1875, p. xi, pl. 6, fig. 1 (incorrectly *Cymatopleura*, p. 77) ; *Œ. sterile* Hansg., 1888, p. 43, 260 ; Hirn 1900, p. 319, pl. L, fig. 326 ; Lewis and Taylor 1928, p. 193, text figs. 3. 4 ; Tiffany 1929, p. 63 ; Tiffany 1930, p. 172, pl. XLI, fig. 406.

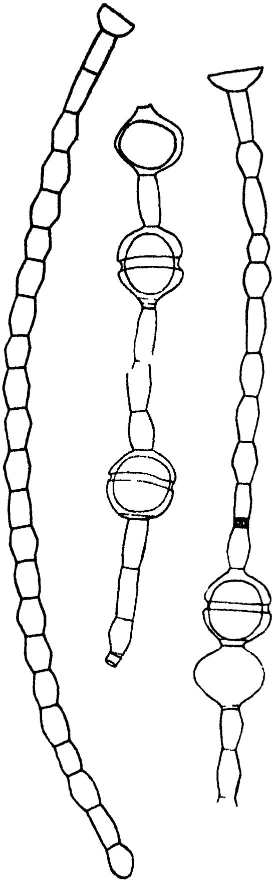


Fig. 1

Œ. monoicum; oogoniis singulis vel binis, globosis vel depresso-globosis vel ovoideis, rarius terminalis, operculo apertis, circumscissione mediana, latissima; oosporis eadem forma ac oogoniis, oogonia complentibus vel non complentibus, membrana lævi; antheridiis 1-? cellularibus, subepigynis vel subhypogynis, spermatozoidis binis, divisione verticali ortis; cellulis vegetativis plerumque subhexagonis

(maximum latitudinem in medio habentibus) vel subellipsoideis, nonnullis tantum cylindricis vel subcylindricis; cellula fili basali non elongata, subhemisphærica; cellula terminali apice obtusa;

crassit.	*cell. veg.*	5-11 μ;	altit. 9-24 μ;
»	*oogon.*	17-20 μ;	altit. 15-21 μ;
»	*oospor.*	13-18 μ;	altit. 14-17 μ;
»	*cell. anther.*	4-5 μ;	altit. 4-5 μ;
»	*cell. basal.*	8-16 μ;	altit. 5-10 μ.

Collected in a cypress swamp near Madison, Florida (U. S. A.) on May 8, 1933. Epiphytic on submerged aquatics. *Text fig. 1.*

Geographic distribution : *United States :* Florida, Virginia, Oklahoma, Michigan, New York, Massachusetts; *South America :* Brazil, Paraguay ; *Europe :* Austria, England, France, Germany, Scotland, Sweden.

BIBLIOGRAPHY

COOKE M.-C. — 1884. British fresh-water algae. Vol. I-II, London

HANSGIRG A. — 1888. Prodromus der Algenflora von Böhmen. Part I. *Archiv der Naturw. Landesdurchforschung von Bohmen* 6 (6) : (97-288) ; text figs. 46-124.

HIRN K.-E. — 1900. Monographie und Iconographie der Œdogoniaceen, *Acta Soc. Sci. Fennicae* 27 : 1-394 ; figs. 1-396.

LEWIS I.-F. & W.-R. TAYLOR. — 1928. Notes from the Woods Hole Laboratory. 1928. *Rhodora*, 30 : 193-198.

REINSCH P. — 1875. Contributiones ad Algologiam et Fungologiam 1 . I-XII, 1-103. Leipzig.

TIFFANY L.-H. — 1929. A key to the species, varieties, and forms of the algal genus Œdogonium. *Ohio Jour Sci* (29) (2) : 62-80).

TIFFANY L.-H. - 1930. The Œdogoniaceae : a Monograph, 253 pp. figs 1-645. Columbus, Ohio. U.-S.-A.

Department of Botany, The Ohio State University, Columbus, Ohio, and

The Franz Theodore Stone Biological Laboratory, Put-in-Bay, Ohio.

A NEW SPECIES OF *GOMPHONEMA* FROM THE PUNJAB (INDIA). *GOMPHONEMA GHOSEII* SP. NOV.

BY A. MAJID, M. SC.,

Research Scholar, Panjab University, Lahore (India).

During the months of December to February in the tanks of Shahlamar and other drying rain ponds in the vicinity of Lahore, a rather slimy film of brownish colour appears sticking to some angiospermic hydrophytes or growing epiphytically on some green filamentous algæ. This film contains the new species of *Gomphonema* described below, the individuals of which grow in abundance on the submerged plants at the bottom of the ponds in shade. Intermixed are a few other naviculoid forms.

The *frustule* is wedge-shaped, straight, mostly attached by a mucilaginous hyaline stalk. The individual occurs singly, in twos or in threes. Some individuals occasionally get detached and are absolutely free and therefore float on the surface of the water, but they do not ever get aggregated together. The girdle view is cuneate and straight and the valve view is clavate and gibbous at the upper end but gradually attenuated towards the base with the extreme end rounded. Length = 32-40 μ, breadth = 9-10 μ.

Cell-contents. The chromatophore consists of 2 large irregularly elongated plates. The nucleus, on application of a very weak solution of methylene blue, is conspicuously stained before the rest of the protoplasm. Pyrenoids, oil globules and vacuoles are also discernable.

Striæ. -- The striæ as seen in the valve view are distinctly transverse, but in some individuals from the Shahlamar Tanks they were seen to be slightly radiate in the middle. The striæ consist of small fine dots (punctæ). The axial area is narrow except that it leaves a small rounded area in the centre, where a single isolated punctum (or stigma) occupies the place. Striæ 9-12 in 10 μ.

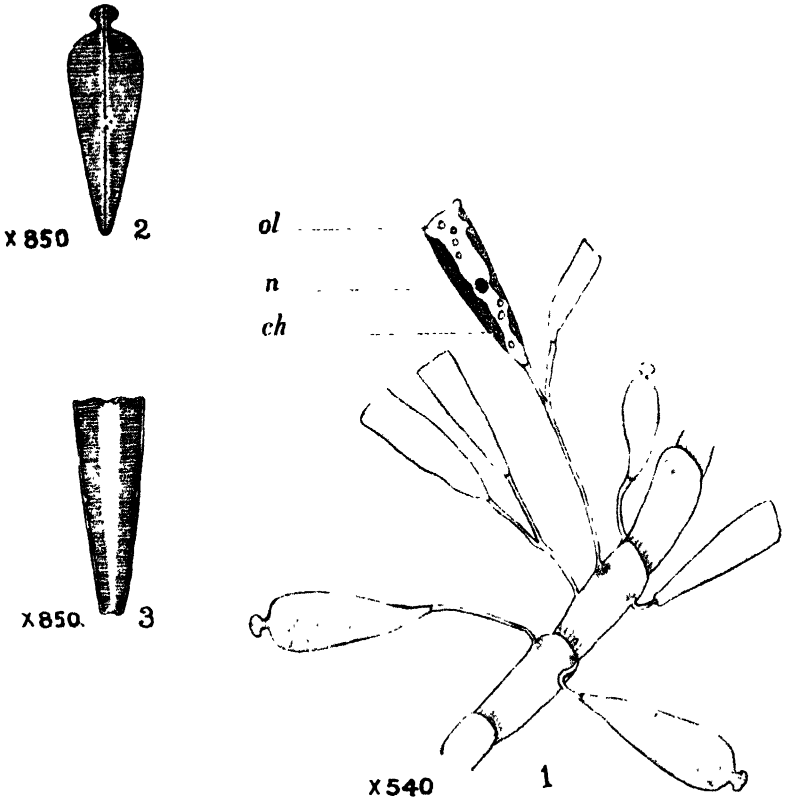


Fig. 1 — Filament on wich individuals are growing (X 450), showing two chromatophores (ch) with oil globules (cl) and also the nucleus (n)

Fig. 2 — Girdle view (X 850)

Fig. 3 — Valve view (X 850).

The diatom described above appears to be an altogether distinct species. As to its shape it is comparable to *Gomphonema spharophorum* Ehr. and *G. constrictum* Ehr. The former has a capitate or rostrate-capitate apex, while the latter has a beak like one. The striæ in both are definitely radiate and greater in number; but *G. constrictum* has alternately larger and shorter striæ. Characteristically different is the hyaline stalk of the new speciés.

For above reasons I propose to erect a new species *Gomphonema Ghoseii* (after my esteemed teacher, Dr. S. L. GHOSE, F. L. S., of Government College, Lahore), with the following specific characters:

Plants epiphytic, occurring singly, in twos or in threes, each on a mucilaginous hyaline stalk. Girdle cuneate, valve clavate, apex pin-head like. Striæ distinctly transverse, farther apart in the middle. Axial area narrow with stigma. L. = 32-40 μ, B. = 9-10 μ, striæ 9-12 in 10 μ.

Habit. — Epiphytic on green filamentous algæ or angiospermic hydrophytes in Shahlamar Garden Tanks, Lahore, and in ponds in its vicinity. December-February.

LITERATURE CONSULTED

1. CLEVE P.-T -- Synopsis of the Naviculoid Diatoms, Stockholm, vol I, 1893 and Vol. II, 1895.
2. FRITSCH F.-W., RICH F. -- *Trans. of the Roy. Soc of S Afr.*, Algae from Griqualand West, vol. XVIII, Parts 1 & 2.
3. MEISTER F. — Die Kieselalgen Der Schweiz, Bern., 1912.
4. PASCHER A. — Die Süsswasser-flora Deutschlands, Osterrichs und der Schweiz Heft 10, Jena, 1913.
5. SMITH W. — A synopsis of the British Diatomaceae, London, vol. I, 1853 and vol. II, 1856.
6. WEST G.-S. & FRITSCH F.-E. — The British Freshwater Algae. Cambridge 1927.

Lahore, 19. 6. 33.

THE FUCOIDS OF ST. JOHN'S LAKE, PLYMOUTH, INCLUDING A HITHERTO UNDESCRIBED FORM OF *FUCUS SPIRALIS*.

BY

GLADYS L. NAYLOR, B. Sc. (Lond.).

I. *INTRODUCTION.*

The occurrence and distribution of the brown seaweeds in the numerous salt marshes of the Plymouth district have so far escaped detailed investigation although a few specimens of the fucoids from here are in the British Museum. The area now under consideration constitutes but a small part of the total salt marsh area.

St. John's Lake is a wide tidal inlet lying on the west of the southern half of the Hamoaze (fig. 1). It is two miles long and at its junction with the Hamoaze three-quarters of a mile wide; it is crossed by streams draining the uplands around Torpoint, St. John, and Penhale. The lower half of the Lake consists chiefly of extensive soft mud flats, colonised in places by *Zostera nana*. The present investigation has been confined to the upper half of the Lake, i. e. that area lying west of the rifle range on Deadman's Point. (fig. 2).

II. *DESCRIPTION OF AREA.*

The land lying around St. John's Lake is hilly, the fields sloping more or less steeply to the marshes below, and the foreshore is

bounded by a low cliff 3 to 10 ft. in height. This cliff is tree-crowned in many places, chiefly along the northern and western shores, causing considerable shading of the foreshore. The soil consists largely of shaly deposits.

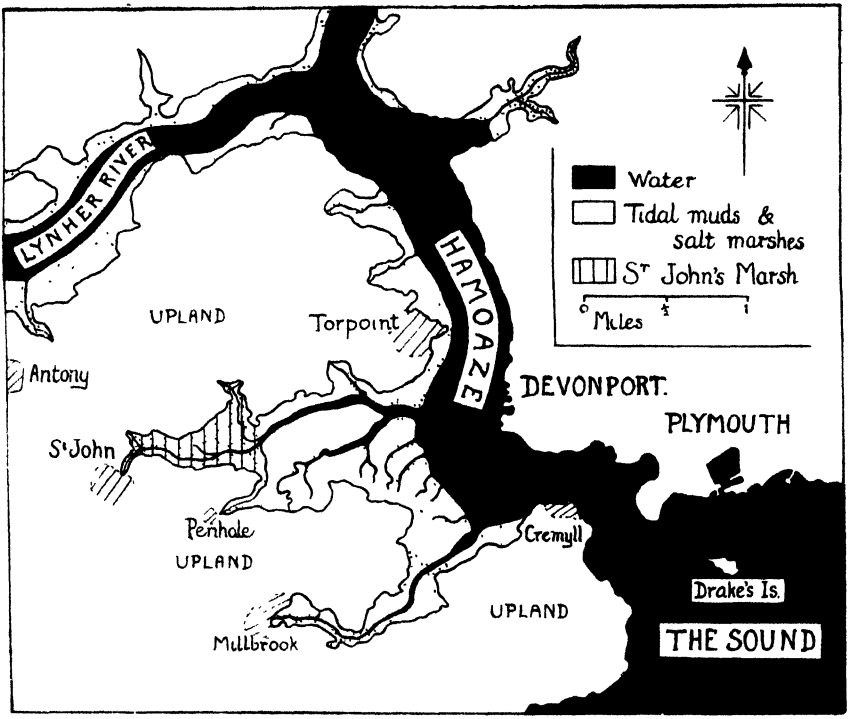


Fig. 1. — Map showing the position of St. John's Marsh in relation to the Hamoaze and the Sound

The area may be divided into two main parts, (1) the small Eastdown Lake, lying immediately west and north of Deadman's Point, and (2) the larger St. John's Marsh proper, which extends westward to St. John village lying at the head of the inlet. The eastern end of the latter marsh is just over a quarter of a mile in width, but it narrows towards the west, and above the ford St. John's leet is only about 50 yards wide. The bed of the large stream flowing through the marsh lies well toward the southern shore and the salt marshes

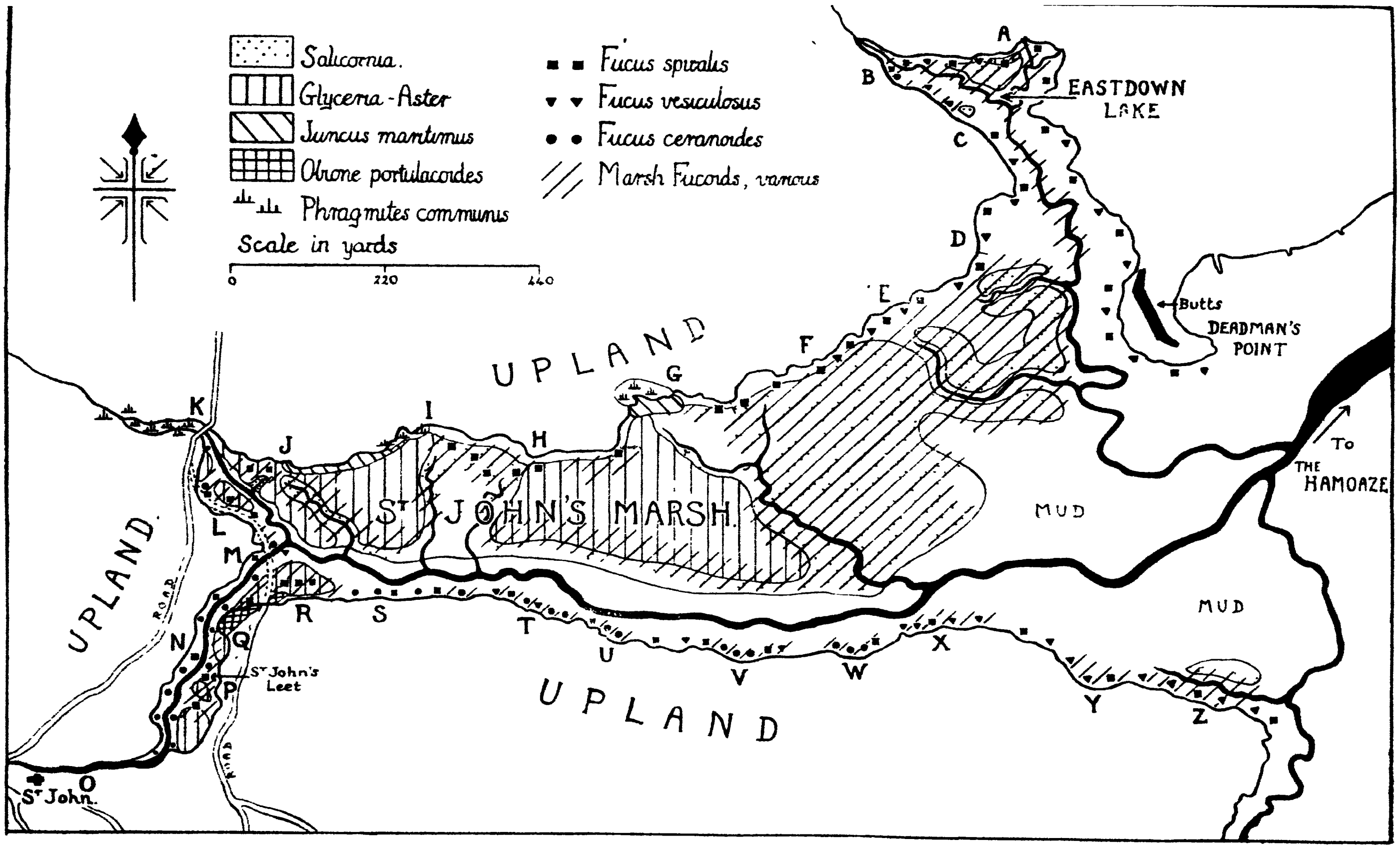


Fig 2 — Map showing the distribution of the fucoids and the general vegetation of St John's Marsh.

are confined to the wide northern mud banks and the extreme western end. St. John's Marsh falls into three main portions when considered from the point of view of the vegetation: (a) The *Salicornia-Fucus* marsh, on the north bank between D and G (fig. 2); (b) the *Gluceria* marsh, on the north between G and K, on the south at R, and above the ford in St. John's leet; and (c) the Fucoid association of the southern shore, between S. and Z.

(1) EASTDOWN LAKE.

This area is drained by two creeks of which the westerly one only has a permanent stream of fresh water. During August 1933 after a long dry spell, there was only a trickle of water, but judging from the creek beds the drainage water at some periods of the year is considerable.

Eastdown Lake is still in the early stages of saltmarsh colonization, the only halophyte, apart from *Zostera nana,* which occurs in any quantity on the mud being *Salicornia herbacea* agg. There are, however, some small patches of *Glyceria maritima* on the northern edge, and behind these a very narrow higher zone covered only by the highest spring tides where such halophytes as *Glaux maritima* and *Suæda maritima* are found.

Normal fixed fucoids grow on the foreshore wherever suitable rocks occur, *F. spiralis* being more abundant than *F. vesiculosus* along the northern bank as the level of the mud is nearly up to the limit of the latter's zone. *Pelvetia canaliculata* occurs occasionally. On the west the marsh is overhung by trees and here *F. vesiculosus* is abundant though often stunted and nearly evesiculate. *F. ceranoides* grows on stones in the wet muds at B, but not in the stream itself, and this is its only station in Eastdown Lake. Further south, between C an D, *Ascophyllum nodosum* appears where rocks are present in the lower levels.

At the northern end of Eastdown Lake marsh forms of *Fucus* form mats several square yards in extent embedded in the higher muds just below the hard foreshore. This level is not covered by the lesser neap-tides ant the *Fucus* may therefore be exposed periodically for several days. The creek banks are also covered by a partially embedded form of *Fucus*, but besides this large tufts of seaweed occur loose on these embedded plants or sparsely scattered over the muds among the thinly distributed *Salicornia* plants. Along the western edge of the lake there is a more or less continuous mat of

marsh seaweed about 5 yards wide, among which normal fixed and fruiting plants of both *F. spiralis* and *F. vesiculosus* occur on stones or on dead branches fallen from the trees above.

(2) ST. JOHN'S MARSH

a) SALICORNIA-FUCUS MARSH.

This part is still in the earlier stages of colonization. Extensive mats of loose and embedded forms of Fucus cover the muds near the Eastdown creek, giving a yellow brown colour to the marshes, the *Salicornia* plants here being few and scattered. Further west the *Salicornia* becomes abundant, with the *Fucus* forming an undergrowth which is especially dense in the shallower creeks. *F. spiralis* and *F. vesiculosus,* with a little *P. canaliculata* cover the low rocky foreshore for a quarter of a mile between C and F, but west of F, *F. spiralis* alone persists, growing on rocks and stones on the upper edges of the mud.

b) GLYCERIA MARSH.

Westward from G, *Glyceria maritima* and *Aster tripolium* appear in the higher levels of the marsh and soon form a continuous association except where interrupted by creeks. *Salicornia annua* is also abundant on the upper levels. The shallower creeks between G and J are covered by a dense growth of filamentous green algæ; the embedded form of *Fucus* is comparatively rare, but it is noticeable that wherever *F. spiralis* appears, there the small embedded *Fucus* also occurs among the *Glyceria* and *Salicornia.*

At the western end the marsh is interrupted by a stream draining the *Phragmites communis* marsh above the bridge at K. This stream brings down a small volume only of fresh water during the summer but sufficient to allow the growth of a few small plants of the brackish-water seaweed, *F. ceranoides,* on the pebbles of the stream bed. A gravel track skirts the marsh at L to cross the main St. John's stream by a concreted ford at M. This road is covered only by the higher tides, but is always damp with water draining from the steep tree-covered cliff which bounds the track on the west. The marsh below the road is soft wet mud with patches of *Glyceria;* the marsh forms of *Fucus* are very abundant. Plants of *F. spiralis* and a few of *F. ceranoides* grow on the stones skirting the track.

The channel of the main stream just below the ford is about 4 yards wide and 4 feet deep; both sides and bed are covered with

F. ceranoides. A few plants of *F. vesiculosus* occur towards the tops of the banks.

Above the ford the stream, whose course is here north-east, lies towards the western bank and is partly overhung by trees; the stream bed is wide and very shallow, with *F. ceranoides* growing all along it. The upper limit of this seaweed is at O, above the limit of the marsh itself. *F. spiralis* also grows throughout this area and *P. canaliculata* occurs at N, but *F. vesiculosus* is entirely absent. Marsh forms of *Fucus* grow on the mud and among the *Glyceria* all along the eastern side of the stream.

At Q occurs the only patch of *Obione portulacoides* in the whole area, apart from a few scattered plants at G and J. The extent of this patch is about 70 yards by 30 yards.

c) *THE FUCOIDS OF THE SOUTHERN BANK*

The upper foreshore consists of firm shaly mud sloping but slightly at the western end of the marsh but becoming steeper and rocky towards the east. *Zostera nana* is present on the lower muds and green algæ such as *Rhizoclonium*, *Cladophora* and *Vaucheria* are also found. The Fucaceæ are well represented all along the shore. but owing to the flatness of the beach the zoning is not well marked.

At the western end *F. ceranoides* is abundant, replacing *F. vesiculosus* almost completely, and invading the *F. spiralis* zone. East of T all three species occur together, but where present *F. ceranoides* tends to monopolise the upper *F. vesiculosus* zone. After the first 100 yards or so, *F. ceranoides* does not occur continuously but is abundant in patches, as at U, V, and W. In these places the foreshore is distinctly wet and the cliff behind shows evidence of surface drainage during wet weather. East of W, *F. ceranoides* is entirely absent; *A. nodosum* which first made its appearance a little further west becomes increasingly abundant, and *F. vesiculosus* is very large and healthy. *P. canaliculata* also comes in on the higher rocks.

With regard to the unattached forms of *Fucus* along this southern shore, these occur mingled with the attached plants wherever a little bay offers some protection from the scour of the tide. Towards the western end these plants form loose-lying tufts having rather a slender thallus. Occasionally, however, a form with a much broader, less branched thallus occurs, often partially embedded in the mud. Beyond the eastern limit of *F. ceranoides* this coarser form be-

comes increasingly abundant. It is present in quantity at X among *F. vesiculosus* and *A. nodosum* plants, and again at Z as a continuous zone about 4 feet wide, embedded in the soft mud below the steep seaweed-covered rocks of the foreshore. At X and Y, however, the more slender tufted form is also present in quantity lying loose among the other seaweeds.

III. *NOTES ON INDIVIDUAL FUCOIDS.*

The characteristic tendancy of the Fucaceæ to produce a great number of habitat forms is well known and is the cause of a great deal of confusion and difficulty in the identification of species: the algæ in St. John's Lake prove no exception. The conditions obtaining have tended to produce almost identical forms of thallus in the marsh forms of the different species, which in the absence of reproductive organs are practically indistinguishable. It is certain, however, that in this marsh *F. spiralis*, *F. vesiculosus*, and *F. ceranoides* all produce marsh « ecads », and it is proposed briefly to consider these three species and their « ecads ».

(1) *FUCUS SPIRALIS*

This is the most abundant and widely spread of the three fucoids thoughout the area. It varies greatly in size and width of thallus: the plants from the highest levels may be classed as *F. spiralis* var. *nana*, being often only 3-4 cm. long, but reproducing normally; at lower levels a length of 30 cm. may be reached, accompanied by a widening of the thallus and the production of receptacles on lateral branches, thus conforming to the var. *platycarpus*. This latter form occurs particularly along the south shore of the marsh.

Although usually growing attached to rock or stones, or even to the small shale fragments which are so abundant in the upper levels of the mud, *F. spiralis* is also found attached to the roots of *Glyceria*, and a few of the plants examined were unattached, having only the tuft of rhizoids so often found when this Fucus grows in muddy areas. It is this ability to grow and reproduce normally in the marsh which apparently led Baker and Bohling (2) to conclude that *F. spiralis* does not produce a distinct marsh form. But in studying the small embedded Fucus of the *Glyceria* marsh one was struck again and again by the fact that it was especially abundant where *F. spiralis* was present on stones. In addition, where the base of normal *F. spiralis* (fig. 3.)

was becoming silted over with mud, vigorous vegetative budding was being produced, the new shoots of which were apparently identical with the surrounding marsh form. Several plants of fruiting *F. spiralis* were found having the remains of an attachment disc but now embedded in the mud, and producing numerous vegetative shoots

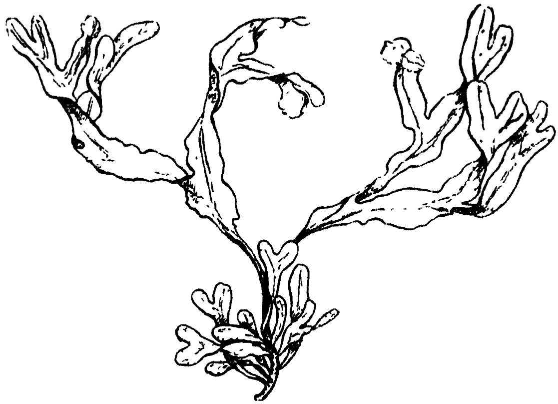


Fig. 3. — *Fucus spiralis* (attached form) taken from a stone embedded in the edge of the Glyceria marsh, St John's Marsh Vegetative budding from the embedded base of the thallus is well shown. 3/4 natural size.



Fig. 4. — *Fucus spiralis,* with remains of the attachement disc, but found free in the mud, and producing numerous vegetative shoots of characteristic « marsh form » type. 2/3 natural size.

(fig. 4.). Intermediate stages (fig. 5.) between the normal attached and the marsh forms (fig. 6.) were found wherever *F. spiralis* grew



Fig. 5. — *Fucus spiralis,* intermediate form, from *Glyceria* turf overhung by normal *F. spiralis* on stones. The old « midrib », embedded 1/2 to 3/4 inch below the level of the mud, may be noted. 2/3 natural size.



Fig. 6. — *Fucus spiralis* (marsh form), embedded in the uppe levels of St. John's Marsh. 3/4 natural size.

amongst the *Glyceria* and in several instances on the mud among *Salicornia* plants. In several places near the edge of the marsh a stone was found quite close below any especially healthy clump of embedded Fucus, and although such circumstantial evidence must not be taken too seriously it certainly suggests that the marsh form had been derived from normal attached plants which had become silted over.

With regard to reproductive bodies, these were rare, the plants increasing by vegetative growth and branching of the thallus and subsequent rotting away of the lower mud-embedded portions. A certain number of receptacles were found (fig. 7.), however, on the small embedded *Fucus* where it occurs in pure formation on the highest levels of the mud, as at the north side of Eastdown Lake. These receptacles, though very small and immature, resembled those

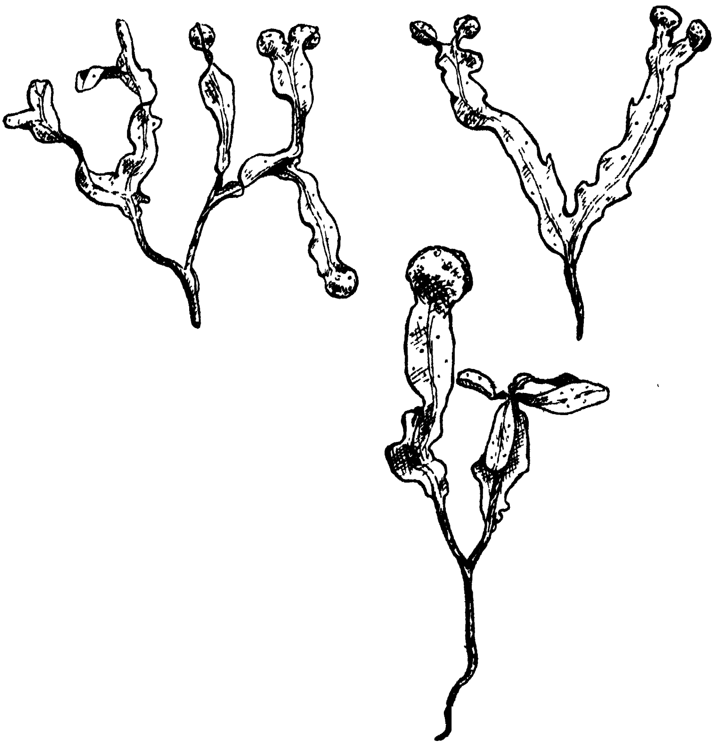


Fig. 7. — *Fucus spiralis* (marsh form). Small fruiting forms from the bare mud, high level, at A, Eastdown Lake. Natural size.

commonly found in *F. spiralis.* Thus they were rounded in shape, with a slight ridge running over the top, this corresponding to the narrow strip of sterile thallus surrounding the ripe receptacles of normal *F. spiralis;* the conceptacles were all hermaphrodite although the antheridia were often very much reduced and the öogonia small and usually undivided; and the paraphyses protruded in all.

The fact that the only reproductive bodies found were on plants growing at the highest levels, and thus subject to several days exposure during neap-tides, is interesting in view of the recognised fact that *F. spiralis* normally requires a certain degree of desiccation if fruiting is to occur. No vesicles were found on any of these small plants, but inflations were often present on those subject to the greatest exposure. It is probably justifiable, therefore, to assume that the small embedded *Fucus* above described is indeed a true marsh form of *F. spiralis.*

(2) *FUCUS VESICULOSUS*

This species occurs abundantly round most of the marsh but is entirely absent from the upper levels of the *Glyceria* marsh: its range does not extend above the ford. Always a variable species, in this area its morphological changes are well marked, from dwarf evesiculate plants only a few centimetres long on the higher rocks around Eastdown Lake, to wide, heavily vesicled plants 40-50 cm. or more in length along the eastern end of the south shore of St. John's marsh. The range from flat to tightly spiral thallus is also well shown. Some plants approach very nearly to *F. ceranoides* in form and texture of thallus.

With regard to the marsh forms of *F. vesiculosus* occurring in St. John's Lake, one is easily distinguishable and occupies extensive areas of the mud flats at the junction of Eastdown Lake and St. John's Marsh. It also occurs along the southern shore, being especially abundant at the eastern end. This form is large, up to 40 cm. or so in length, but often with the greater part of the thallus embedded in the soft mud. Some specimens conform very nearly to *F. vesiculosus* ecad *volubilis*, Hudson, of Baker, with occasional vesicles and some slight spirality of the firm, rather broad yellow-brown thallus. Many of the embedded plants are, however, less massive, not at all spirally twisted and have no vesicles, but their position low down on the marsh levels and their general appearance

seem to indicate that they also are a form of this ecad *volubilis.*

As well as these larger forms, however, there is a small one which occurs as rounded tufts free floating at high tide but remaining either scattered over the mud flats or entangled with the fixed and embedded fucoids. The thallus of these tufted plants is delicate in texture and rather dark olive green in colour. No fruiting bodies or vesicles have been found. That this is a form of *F. vesiculosus* is very probable judging from its occurrence at lower levels than those occupied by normal *F. spiralis* and waters of higher salinity than *F. ceranoides* will continuously tolerate, but an examination of the thallus alone will not serve to distinguish it from small embedded or free forms found at higher levels, which are almost certainly derived from one or other of these two species.

(3) *FUCUS CERANOIDES*

The distribution of this species in St. John's Lake is interesting in view of its known preference for sea water of low salinity. The volume of fresh water here is inconsiderable especially during the summer months. Samples of water taken at high tide at ten different points round the marsh gave salinity values of 30-34 parts per 1000 gms. showing that there was no appreciable dilution of the water here as compared with that of the Hamoaze and the Sound where the salinity varies between 30-34.5 parts per 1000 gms. The lowest salinity records were obtained at J and L, St. John's Marsh, where, at an hour before high tide, salinities of 11 and 8 were recorded, due no doubt to the damming up of the fresh water of St. John's stream by the rising tide. At high tide the waters spread right over the marshes and at an hour after high tide the salinities at J and L were both 30, showing that the lower concentration was not maintained for very long.

It was felt that under these circumstances the explanation of the occurrence of *F. ceranoides* in such quantity along the southern shore must be found in the inter-tidal conditions. No stream joins the marsh from this side but, as previously stated, the fields slope very steeply to the foreshore and there is distinct evidence at each of the little bays where *F. ceranoides* occurs, namely at T, U, V, and W, of surface drainage after heavy rain. At low tide the mud at these places is always wet, so a set of water samples was collected from hollows in the surface, the salinities of which varying from 11 to 23 proved

considerably lower than those obtaining at these points during immersion by the tide. This would indicate that although no streams appear above ground there is a volume of fresh water entering the marsh. Time unfortunately did not permit of further salinity determinations, and from the scanty data, obtained after a very dry summer, it is not possible to draw definite conclusions. It would be interesting to compare these salinities with others determined during the winter months when the volume of fresh water may be much greater. It appears safe to say however, that wherever *F. ceranoides* occurs, apart from the actual stream bed at and below the ford, there is fresh water draining through the mud and that it is the resulting inter-tidal conditions which permit the growth of this species at places where the salinities during high tide are so near to that of normal sea water. Shading by trees during the greater part of the day preventing, as it does, excessive evaporation, may be an additional factor in favour of this seaweed. It may be interesting to note that the general condition of the *F. ceranoides* along the southern shore at the beginning of July 1933 was much better than it was a month later after a hot dry period.

The average size of the plants of *F. ceranoides* in St. John's Lake is small, rarely exceeding 1-ft. (30 cm.) in length except for those plants growing in the stream bed at the ford, where a length of 2-ft. (60 cm.) may be reached. Along the south shore the plants are bushy and often have a great deal of vegetative budding. Inflation of the thallus occurs frequently, especially in positions exposed to the sun. The receptacles are of the characteristic shape, being sharply pointed and often forked. Of the 38 fruiting plants examined during July 1933, 25 were hermaphrodite, 12 had purely male conceptacles, and 1 specimen had öogonia only. Several of the hermaphrodite forms showed marked reduction of antheridia. The plants were taken from different parts of the marsh but unfortunately no record was made of their zonal level. *F. ceranoides* is generally considered to be an hermaphrodite species which shows unisexual tendencies. Stomps (7) records that at Nieuport, France, plants growing in the upper zones were hermaphrodite and in the lower, unisexual. Chater (3) at Aberdeen found no hermaphroditism of *F. ceranoides* in any zone.

The marsh form of *F. ceranoides* was first found in this area in Eastdown Lake at B, where a few plants were lying loose on the mud

along with fixed *F. ceranoides* on small stones and dead branches. Some of these unattached plants were fruiting and it was thus possible to establish their connection with the *Fucus* species from which they were derived. This marsh form agrees with that described by SKRINE, NEWTON and CHATER (6) for the Mochras Marshes, Wales, and called by them *F. ceranoides* ecad *proliferatus*. The thallus wing is papery and soon decays leaving long bare « midribs ». It is, however, very difficult to distinguish these plants where no fruiting occurs from some of the forms of *F. vesiculosus* and *F. spiralis*, especially certain specimens of the latter two species found at Y in St. John's Marsh. It is probable that much of the abundant unattached *Fucus* occurring at L at the north west corner of the marsh is derived from *F. ceranoides* but so far no receptacles have been found on the plants there.

The anatomical distinction, mentioned by SKRINE, NEWTON and CHATER (6), that *F. ceranoides* has certain central cells which turn brown and break down to produce a homogeneous mass, does not appear to hold generally for the plants of this area and is certainly not a sufficiently constant character to be of use in identifying doubtful species.

IV. SUMMARY

(1) A description is given of the distribution of three species of Fucus in St John's Lake, Plymouth, with an account of their marsh forms.

(2) The occurrence is recorded of a so far undescribed marsh form of *Fucus spiralis*.

(3) The relation between the salinity of the water and the distribution of *F. ceranoides* is discussed.

(4) A marked convergence of « ecad » forms in the area is noted.

In conclusion the author wishes to record her thanks to the Director and Council of the Marine Biological Association for laboratory facilities during the course of the investigation; to London University for the use of their table; also to Dr. L. H. N. COOPER, for help in determining the salinities of the water samples and to the Staff as a whole for much incidental assistance.

REFERENCES

(1) Baker S. M. — The Brown Seaweeds of the Salt Marsh. *Journ. Linn. Soc. Bot.*, vol. XL., pp. 275-291, 1912.

(2) Baker S. M., and Bohling M.-H. — On the Brown Seaweeds of the Salt Marsh. Part. II. *Journ. Linn. Soc. Bot.* Vol. XLIII, pp. 325-380. 1916.

(3) Chater E. H. — On the Distribution of the Larger Brown Algae in Aberdeenshire Estuaries. *Trans. and Proc. Bot. Soc. Edin.*, Vol. XXIX, pp. 362-380, 1927.

(4) Cotton A. D. — Clare Island Survey, 15 : Marine Algae. *Proc. Roy. Irish Acad.*, Vol. XXXI, 1912.

(5) Knudsen M. — Hydrographical Tables. 1901.

(6) Skrine P. M., Newton L., and Chater E. H. — A Salt Marsh form of *Fucus ceranoides*, L. from Llanbedr, Merioneth. *Ann. Bot.* Vol. XLVI, pp. 769-779, 1932.

(7) Stomps Th. — Etudes topographiques sur la variabilité de *F. vesiculosus*, L., *platycarpus*, Thur., et *ceranoides*, L. *Rec. de l'Institut Botanique Léo Errera*, t. VIII, pp. 326-377, 1911.

TABLES DU TOME VII

ARTICLES ORIGINAUX.

NOTES.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.

TABLE DES NOMS D'AUTEURS DES TRAVAUX ANALYSÉS OU SIGNALÉS DANS LA REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

IMP. LOUIS JEAN — GAP
PÉRIODIQUES - PUBLICATIONS
BUREAU : PARIS, GRENOBLE, CASABLANCA

Date of Issue	Date of Issue	Date of Issue